This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

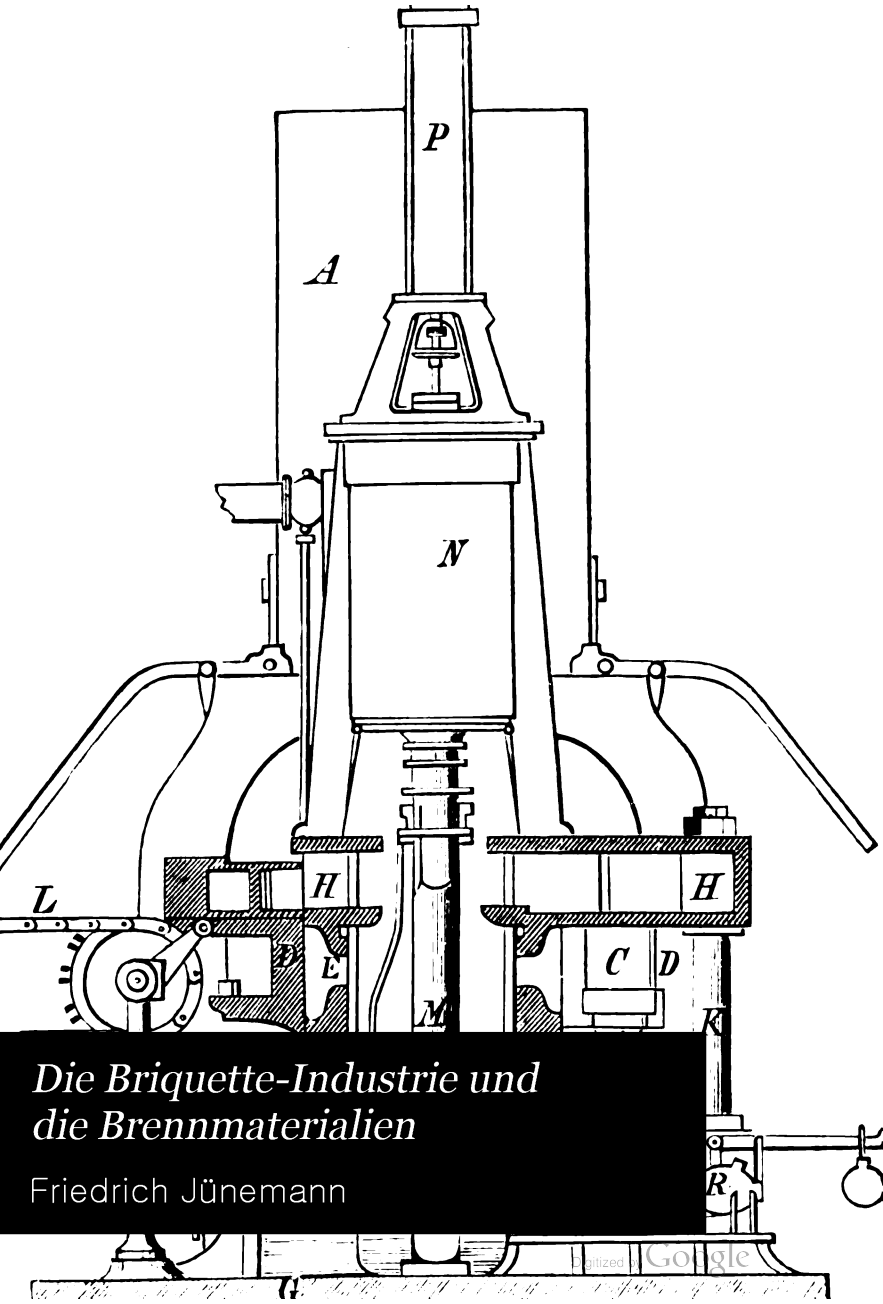
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Die Briquette-Industrie und die Brennmaterialien

Friedrich Jünemann

Digitized by Google

Digitized by Google

Jeremann

VHV

Digitized by Google

Digitized by Google

Juenemann

V

Digitized by Google

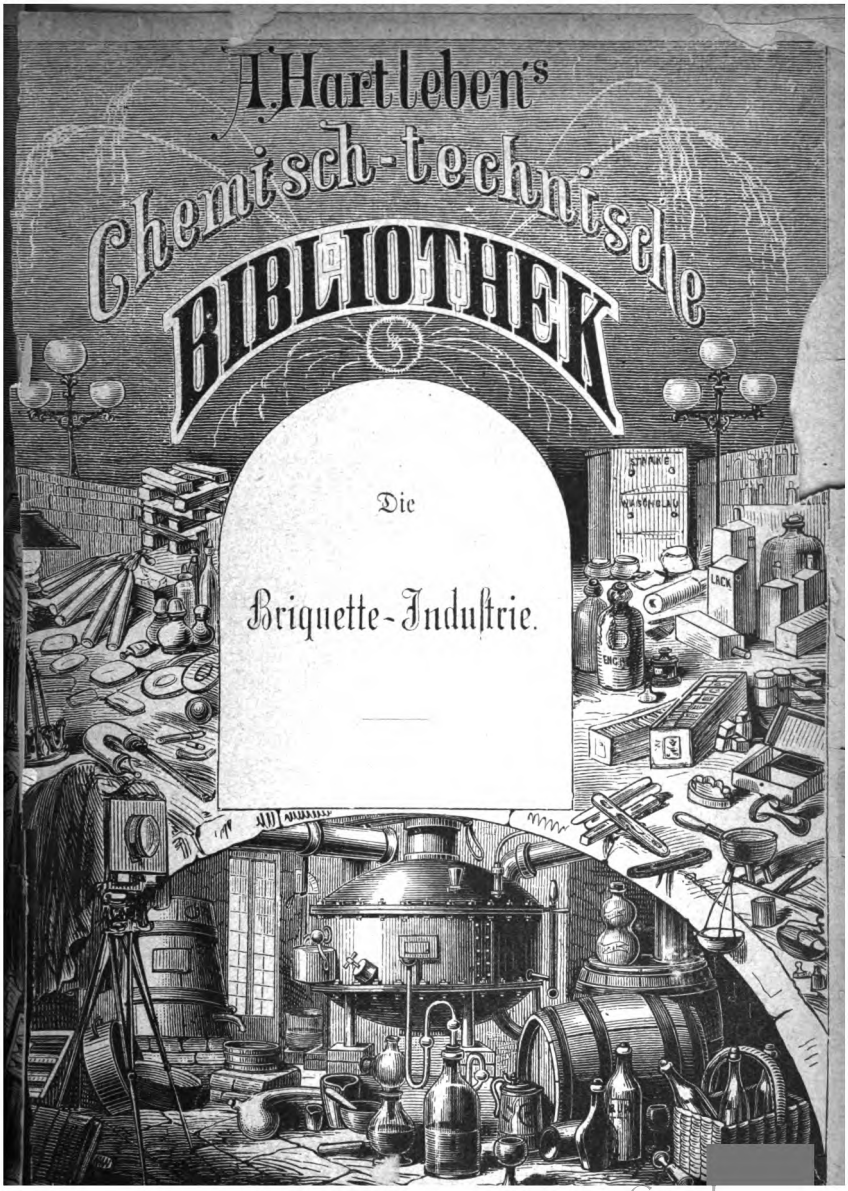
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

A. Hartleben's

Chemisch-technische BIBLIOTHEK



Die

Briquette-Industrie.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

In zwanglosen Bänden. — Mit vielen Illustrationen.

Kein Zweig der menschlichen Thätigkeit hat in einer so kurzen Spanne Zeit so bedeutende, wahrhaft riesige Fortschritte gemacht, wie die chemische Wissenschaft und deren Anwendung auf die Gewerbe — die chemische Technologie; jedes Jahr, ja fast jeder Monat bereichert unser Wissen mit neuen staunenswerthen Erfindungen auf chemisch-industriellem Gebiete.

Die chemischen Gewerbe haben das Eigenthümliche, daß sie ein viel rascheres Umsetzen des Capitales gestatten, als die mechanischen; während es bei diesen oft Monate lang dauert, bis das Object verkaufsfähig wird, verwandelt der Industrielle auf chemischem Wege sein Rohmaterial in wenigen Tagen, oft selbst in wenigen Stunden in fertige Handelswaare. Wir erinnern hier nur an die Seifen-Fabrikation, die Fabrikation der Parfumerien, der Stärke, des Leimes, die Branntweinbrennerei, Essig-Fabrikation, Bierbrauerei u. s. w.

Chemische Producte in großer Zahl sind in neuerer Zeit nicht nur Bedürfnisse des täglichen Lebens geworden, welche in jedem Gewerbe Anwendung finden, wie Seife, Weingeist, Leim, Stärke u. s. w., sondern sie sind auch zu allgemeinen Luxusartikeln geworden, wie Liqueure, Parfumerien, Toiletteseifen, das Glycerin u. s. w. Der stets gesteigerte Bedarf an chemischen Producten veranlaßt das fortwährende Entstehen chemischer Fabriken, die ihrem Besitzer ein sicheres Erträgniß abwerfen.

Die chemisch-technische Literatur hat aber im Großen und Ganzen nicht mit den Fortschritten der Technik gleichen Schritt gehalten; wir besitzen zwar treffliche Quellenwerke, welche aber vom allgemein wissenschaftlichen Standpunkte gehalten, dem praktischen Fabrikanten in der Regel nicht das bieten, was für ihn Bedürfniß ist: ein compendiös abgefaßtes Handbuch, in welchem frei von allem überflüssigen Beiwerke die Fabrikation der betreffenden Producte in klarer, leicht faßlicher, wahrhaft populärer Weise dargestellt ist und den neuesten Erfindungen und Erfahrungen entsprechend Rechnung getragen wird.

Die Mehrzahl der chemisch-technischen Specialwerke, welche unsere Literatur besitzt, datiren theils aus älterer Zeit und sind von bloßen Empyrikern verfaßt, denen die Gabe der klaren Darstellung und die

Digitized by Google

Kenntniß der neuesten Erfahrungen auf chemisch-technischem Gebiete gänzlich mangelt.

Eine neue Zeit fordert neue Bücher. — In Erwägung der vorstehenden Thatsachen hat sich die gefertigte Verlagshandlung entschlossen, im Vereine mit einer großen Anzahl der eminentesten Fachmänner und treu ihrer Richtung: die Industrie durch Herausgabe wahrhaft populärer technischer Werke zu unterstützen, die Ausgabe einer **Chemisch-technischen Bibliothek** zu unternehmen, in welche nach und nach alle Zweige der chemischen Industrie aufgenommen werden sollen. — Die Bearbeitung jedes Fabrikationszweiges liegt in den Händen solcher Männer, welche durch ihre reichen wissenschaftlichen Erfahrungen, sowie durch ihre bisherigen literarischen Leistungen die sichere Bürgschaft dafür geben, daß ihre Werke das Gediegenste bieten, was auf diesem Gebiete geleistet werden kann.

Daß der von der unterzeichneten Verlagshandlung eingeschlagene Weg der Herausgabe einer chemisch-technischen Bibliothek der richtige sei, wird jetzt schon durch die ausnahmslos höchst günstigen Besprechungen der bisher erschienenen Bände der »Chemisch-technischen Bibliothek« in den verschiedensten technischen und wissenschaftlichen Blättern des In- und Auslandes verbürgt. Um den Autoren möglichst freien Spielraum in der Erfüllung ihrer Aufgabe zu geben, scheut die Verlagshandlung keine Kosten, durch reiche Illustrirung der Werke und würdige Gesammtausstattung zur Verdeutlichung ihres Inhaltes beizutragen.

Das Zusammenwirken so vieler eminenter Kräfte giebt uns die sichere Bürgschaft, daß die »Chemisch-technische Bibliothek« im Laufe der Zeit zu einer wahrhaft mustergiltigen populären Encyklopädie der chemischen Gewerbe werden wird und daß die Fabrikanten chemischer Producte aus derselben reichen Gewinn und Förderung ihres Gewerbes ziehen werden.

Mitarbeiter für unsere »Chemisch-technische Bibliothek« sind uns stets willkommen.

Möge das Unternehmen dem allgemeinen **Wohle** jenen Nutzen bringen, welchen wir bei der Veranstaltung desselben im Auge haben!

Digitized by Google

A. Hartleben's

Chemisch-technische Bibliothek.

In zwanglosen Bänden. — Mit vielen Illustrationen. — Jeder Band einzeln zu haben.

In eleganten Ganzleinwandbänden, pro Band 45 Kreuzer ö. W. = 80 Pf. Zuschlag.

I. Band. **Die Ausbrüche, Secte und Südweine.** Vollständige Anleitung zur Bereitung des Weines im Allgemeinen, zur Herstellung aller Gattungen Ausbrüche, Secte, spanischer, französischer, italienischer, griechischer, ungarischer, afrikanischer und asiatischer Weine und Ausbruchweine nebst einem Anhange, enthaltend die Bereitung der Strohweine, Rosinen-, Hefen-, Kunst-, Beeren- und Kernobstweine. Auf Grundlage langjähriger Erfahrungen ausführlich und leichtfaßlich geschildert von **Karl Maier.** Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 14 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 Mark 25 Pf.

II. Band. **Populäres Handbuch der Spiritus- und Preßhefe-Fabrikation.** Vollständige Anleitung zur Erzeugung von Spiritus und Preßhefe aus Kartoffeln, Kukuruz, Korn, Gerste, Hafer, Hirse und Melasse; mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete. Auf Grundlage vieljähriger Erfahrung ausführlich und leichtfaßlich geschildert von **Alois Schönberg,** chem.-techn. Brennerei-Leiter. 2. vollständig umgearbeitete Aufl. Mit 23 erläut. Abbild. 18 Bog. 8. Eleg geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

III. Band. **Die Liqueur-Fabrikation.** Vollständige Anleitung zur Herstellung aller Gattungen von Liqueuren, Crêmes, Huiles, gewöhnlicher Liqueure, Aquavite, Fruchtbranntweine (Ratafias), des Rumes, Arracs, Cognacs, der Punch-Essenzen und gebrannten Wässer auf warmem und kaltem Wege, sowie der zur Liqueur-Fabrikation verwendeten ätherischen Oele, Tincturen, Essenzen, aromatischen Wässer und Farbstoffe. Nebst einer großen Anzahl der besten Vorschriften zur Bereitung aller Gattungen von Liqueuren, Bitter-Liqueuren, Aquaviten, Punsch-Essenzen, Arrac, Rum und Cognac. Von **August Haber,** geprüfter Chemiker und praktischer Destillateur. Mit 12 Abbild. 2. Auflage. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

IV. Band. **Die Parfumerie-Fabrikation.** Vollständige Anleitung zur Darstellung aller Taschentuch-Parfums, Riechsalze, Riechpulver, Räucherwerk, aller Mittel zur Pflege der Haut, des Mundes und der Haare, der Schminken, Haarfärbemittel und aller in der Toilettekunst verwendeten Präparate, nebst einer ausführlichen Schilderung der Riechstoffe 2c. 2c. Von Dr. chem. **George William Askinson.** Parfumfabrikant. Mit 15 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

V. Band. **Die Seifen-Fabrikation.** Handbuch für Praktiker. Enthaltend die vollständige Anleitung zur Darstellung aller Arten von Seifen im Kleinen wie im Fabriksbetriebe, mit besonderer Rücksichtnahme auf warme und kalte Verseifung und die Fabrikation von Luxus- und medicinischen Seifen von **Friedrich Wiltner,** Seifen-Fabrikant. Mit erläut. Abbild. 2. Aufl. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

VI. Band. **Die Bierbrauerei und die Malzextract-Fabrikation.** Eine Darstellung aller in den verschiedenen Ländern üblichen Braumethoden zur Bereitung aller Biersorten, sowie der Fabrikation des Malz-Extracts und der daraus herzustellenden Producte. Von **Hermann Rüdinger,** technischer Brauerei-Leiter. Mit 20 erläut. Abbild. 29 Bog. 8 Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. ö. W. = 6 Mark.

VII. Band. **Die Zündwaaren-Fabrikation.** Anleitung zur Fabrikation von Zündhölzchen, Zündkerzchen, Cigarren-Zünder und Zündlunten, der Fabrikation der Zündwaaren mit Hilfe von amorphem Phosphor und gänzlich phosphorfreier Zündmassen, sowie der Fabrikation des Phosphors. Von **Jos. Freitag.** Mit 14 erläut. Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

VIII. Band. **Die Beleuchtungsstoffe und deren Fabrikation.** Eine Darstellung aller zur Beleuchtung verwendeten Materialien thierischen und pflanzlichen Ursprungs, des Petroleums, des Stearins, der Theeröle und des Paraffins. Enthaltend die Schilderung ihrer Eigenschaften, ihrer Reinigung und praktischen Prüfung in Bezug auf ihre Reinheit und Leuchtkraft, nebst einem Anhange über die Verwerthung der sehr flüssigen Kohlenwasserstoffe zur Lampenbeleuchtung und Gasbeleuchtung im Hause, in Fabriken und öffentlichen Localen. Von **Eduard Perl**, technischer Chemiker. Mit 10 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

IX. Band. **Die Fabrikation der Lacke, Firnisse, Buchdrucker-Firnisse und des Siegellackes.** Handbuch für Praktiker. Enthaltend die ausführliche Beschreibung zur Darstellung aller flüchtigen (geistigen) und fetten Firnisse, Lacke und Siccative, sowie die vollständige Anleitung zur Fabrikation des Siegellackes und Siegelwachses von den feinsten bis zu den gewöhnlichen Sorten. Leichtfaßlich geschildert von **Erwin Andres**, Lack- und Firniß-Fabrikant. 2. Aufl. Mit 11 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

X. Band. **Die Essig-Fabrikation.** Eine Darstellung der Essig-Fabrikation nach den ältesten und neueren Verfahrungsweisen, der Schnell-Essig-Fabrikation, der Bereitung von Eisessig und reiner Essigsäure aus Holzessig, sowie der Fabrikation des Wein-, Trestern-, Malz-, Biteressigs und der aromatisirten Essigsorten, nebst der praktischen Prüfung des Essigs. Von **Dr. Josef Bersch.** Zweite, erweiterte und verbesserte Aufl. Mit 15 Abbild. 15 Bog 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XI. Band. **Die Feuerwerkerei oder die Fabrikation der Feuerwerkskörper.** Eine Darstellung der gesammten Pyrotechnik, enthaltend die vorzüglichsten Vorschriften zur Anfertigung sämmtlicher Feuerwerksobjecte, als alle Arten von Leuchtfeuern, Sternen, Leuchtkugeln, Raketen, der Luft- und Wasser-Feuerwerke, sowie einen Abriß der für den Feuerwerker wichtigen Grundlehren der Chemie. Von **August Eschenbacher.** Mit 26 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XII. Band. **Die Meerschaum- und Bernsteinwaaren-Fabrikation.** Mit einem Anhange über die Erzeugung hölzerner Pfeifenköpfe. Enthaltend: die Fabrikation der Pfeifen und Cigarrenspitzen; die Verwerthung der Meerschaum- und Bernstein-Abfälle, Erzeugung von Kunstmeerschaum (Masse oder Massa), künstlichem Elfenbein, künstlicher Schmucksteine auf chemischem Wege; die zweckmäßigsten und nöthigsten Werkzeuge, Geräthschaften, Vorrichtungen und Hilfsstoffe. Ferner die Erzeugung der Oelköpfe, geflammter, gesprengelter und Ruhlaer Waare. Endlich die Erzeugung der Holzpfeifen, hierzu dienliche Holzarten, deren Färben, Beizen, Poliren u. dgl. Von **H. M. Rauser.** Mit 5 Tafeln Abbild. 10 Bog. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XIII. Band. **Die Fabrikation der ätherischen Oele.** Anleitung zur Darstellung derselben nach den Methoden der Pressung, Destillation, Extraction, Deplacirung, Maceration und Absorption, nebst einer ausführlichen Beschreibung aller bekannten ätherischen Oele in Bezug auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften und technische Verwendung, sowie der besten Verfahrungsarten zur Prüfung der ätherischen Oele auf ihre Reinheit. Von Dr. chem. **George William Askinson,** Verfasser des Werkes: Die Parfumerie-Fabrikation. Mit 24 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XIV. Band. **Die Photographie oder die Anfertigung von bildlichen Darstellungen auf künstlichem Wege.** Als Lehr- und Handbuch von praktischer Seite bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** Mit 41 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. ö. W. = 7 M. 20 Pf.

XV. Band. **Die Leim- und Gelatine-Fabrikation.** Eine auf praktische Erfahrungen begründete gemeinverständliche Darstellung dieses Industriezweiges in seinem ganzen Umfange. Von **J. Dawidowsky.** Mit 7 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. Preis 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XVI. Band. **Die Stärke-Fabrikation und die Fabrikation des Traubenzuckers.** Eine populäre Darstellung der Fabrikation aller im Handel vorkommenden Stärkesorten, als der Kartoffelstärke, Weizenstärke, Mais-, Reis-, Arrow-root-Stärke ꝛc.; der Wasch- und Toiletteitärke und des künstlichen Sago, sowie der Verwerthung aller bei der Stärke-Fabrikation sich ergebenden Abfälle und der Fabrikation des Dextrins, Stärkegummis, Traubenzuckers und der Zucker-Couleur. Von **Felix Reßwald**, Stärke- und Traubenzucker-Fabrikant. Mit 16 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XVII. Band. **Die Tinten-Fabrikation, die Herstellung der Hektographen und Hektographirtinten und die Fabrikation der Tusche, der Tintenstifte, der Stempeldruckfarben sowie des Waschblaues.** Ausführliche Darstellung der Anfertigung aller Schreib-, Comptoir- und Copirtinten, aller farbigen und sympathetischen Tinten, der chinesischen Tusche, lithographischen Stifte und Tinten, unauslöschlichen Tinten zum Zeichnen der Wäsche, der Bereitung des besten Waschblaues und der Stempeldruckfarben. Nebst einer Anleitung zum Lesbarmachen alter Schriften. Nach eigenen Erfahrungen dargestellt von **Sigmund Lehner**, Chemiker und Fabrikant. 2. Aufl. Mit erläut. Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XVIII. Band. **Die Fabrikation der Schmiermittel, der Schuhwichse und Lederschmiere.** Darstellung aller bekannten Schmiermittel, als Wagenschmiere, Maschinenschmiere, der Schmieröle für Nähmaschinen und andere Arbeitsmaschinen und der Uhrmacheröle, ferner der Schuhwichse, Lederlacke und Lederschmiere für alle Gattungen von Leder. Von **Richard Brunner**, technischer Chemiker. Mit 5 erläut. Abbild. 2. Aufl. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

XIX. Band. **Die Lohgerberei oder die Fabrikation des lohgaren Leders.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des lohgaren Leders nach dem gewöhnlichen und Schnellgerbeverfahren, nebst der Anleitung zur Herstellung aller Gattungen Maschinenleder, des Juchten-, Saffian-, Cordouan-, Chagrin- und Lackleders. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 43 Abbild. 35 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. ö. W. = 7 M. 20 Pf.

XX. Band. **Die Weißgerberei, Sämischgerberei und Pergament-Fabrikation.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des weißgaren Leders nach allen Verfahrungsweisen, des Glacéleders, Seifenleders u. s. w.; der Sämischgerberei, der Fabrikation des Pergaments und der Lederfärberei, mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Lederindustrie. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 20 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXI. Band. **Die chemische Bearbeitung der Schafwolle oder das Ganze der Färberei von Wolle und wollenen Gespinnsten.** Ein Hilfs- und Lehrbuch für Färber, Färberei-Techniker, Tuch- und Garn-Fabrikanten und Solche, die es werden wollen. Dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechend und auf Grund eigener langjähriger Erfahrungen im In und Auslande vorzugsweise praktisch dargestellt. Von **Victor Joclét**, praktischer Färber und Fabriks-Dirigent. Mit 29 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXII. Band. **Das Gesammtgebiet des Lichtdrucks** nebst einer vollständigen, theoretisch praktischen Anleitung zur Ausübung der Photolithographie, Emailphotographie, Chemigraphie (Zinkographie) und anderweitigen Vorschriften zur Vervielfältigung der negativen und positiven Glasbilder. Bearbeitet von **J. Husnik**, k. k. Professor am I. Staatsgymnasium in Prag. 2. Aufl. Mit 11 Abbild. und 8 Illustrationsbeilagen. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XXIII. Band. **Die Fabrikation der Conserven und Canditen.** Vollständige Darstellung aller Verfahren der Conservirung für Fleisch, Früchte, Gemüse, der Trockenfrüchte, der getrockneten Gemüse, Marmeladen, Fruchtsäfte u. s. w. und der Fabrikation aller Arten von Canditen, als: candirter Früchte, der verschiedenen Bonbons, der Rocks Drops, der Dragées, Pralinées ꝛc. Von **K. Hausner.** Mit 18 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XXIV. Band. **Die Fabrikation des Surrogatkaffees und des Tafelsenfes.** Enthaltend: Die ausführliche Beschreibung der Zubereitung des Kaffees und seiner Bestandtheile; der Darstellung der Kaffee-Surrogate aus allen hierzu verwendeten Materialien und die Fabrikation aller Gattungen Tafelsenf. Von **Karl Lehmann.** Mit 9 Abbild. 9 Bog. 8 Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark

XXV. Band. **Die Kitte und Klebemittel.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung aller Arten von Kitten und Klebemitteln für Glas, Porzellan, Metalle, Leder, Eisen ꝛc., und der zu speciellen Zwecken dienenden Kitte und Klebemittel. Von **Sigm. Lehner.** 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

XXVI. Band. **Die Fabrikation der Knochenkohle und des Thieröles.** Eine Anleitung zur rationellen Darstellung der Knochenkohle oder des Spodiums und der plastischen Kohle, der Verwerthung aller sich hierbei ergebenden Nebenproducte und zur Wiederbelebung der gebrauchten Knochenkohle. Von **Wilhelm Friedberg,** techn. Chemiker. Mit 13 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. — 3 Mark.

XXVII. Band. **Die Verwerthung der Weinrückstände.** Praktische Anleitung zur rationellen Verwerthung der bei der Weinbereitung sich ergebenden Rückstände, als: Trester, Hefe (Weinlager, Gelager) und Weinstein, durch Verarbeitung derselben zu Tresterbranntwein, Weinsprit, Oenanthäther, weinsaurem Kalk, Weinsäure, Traubenkernöl, Traubenkerntannin, Frankfurterschwarz. Mit einem Anhang: Die Erzeugung von Weinsprit und Cognac aus Wein. Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler, Brennerei-Techniker, Fabrikanten chemischer Producte, Chemiker und zum Gebrauche für Weinbauschulen. Gemeinverständlich dargestellt von **Antonio dal Piaz,** techn. Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. — 2 M. 50 Pf.

XXVIII. Band. **Die Alkalien.** Darstellung der Fabrikation der gebräuchlichsten Kali- und Natron-Verbindungen, der Soda, Potasche, des Salzes, Salpeters, Glaubersalzes, Wasserglases, Chromkalis, Blutlaugensalzes, Weinsteins, Laugensteins u. s. f., deren Anwendung und Prüfung. Ein Handbuch für Färber, Bleicher, Seifensieder, Fabrikanten von Glas, Zündwaaren, Lauge, Papier, Farben, überhaupt von chemischen Producten, für Apotheker und Droguisten. Von **Dr. S. Pick.** Fabriksbesitzer. Mit 24 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 Mark 50 Pf.

XXIX. Band. **Die Bronzewaaren-Fabrikation.** Anleitung zur Fabrikation von Bronzewaaren aller Art, Darstellung ihres Gusses und Behandelns nach demselben, ihrer Färbung und Vergoldung, des Bronzirens überhaupt nach den älteren, sowie bis zu den neuesten Verfahrungsweisen. Von **Ludwig Müller,** Metallwaaren-Fabrikant. Mit 25 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XXX. Band. **Vollständiges Handbuch der Bleichkunst** oder theoretische und praktische Anleitung zum Bleichen der Baumwolle, des Flachses, des Hanfes, der Wolle und Seide, sowie der daraus gesponnenen Garne und gewebten oder gewirkten Zeuge. Nebst einem Anhange über zweckmäßiges Bleichen der Hadern, des Papieres, der Wasch- und Badeschwämme, des Strohes und Wachses ꝛc. Nach den neuesten Erfahrungen durchgängig praktisch bearbeitet von **Victor Joclet.** Mit 30 Abbild. und 2 Tafeln. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark

XXXI. Band. **Die Fabrikation der Kunstbutter, Sparbutter und Butterine.** Eine Darstellung der Bereitung der Ersatzmittel der echten Butter nach den besten Methoden. Allgemein verständlich geschildert von **Victor Lang.** Mit 8 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

XXXII. Band. **Die Natur der Ziegelthone und die Ziegel-Fabrikation der Gegenwart.** Handbuch für technische Chemiker, Ziegeltechniker, Bau- und Maschinen-Ingenieure ꝛc. ꝛc. Von **Dr. Hermann Zwick.** Mit 123 Abbild. und 2 Tafeln. 38 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 60 kr. ö. W. = 8 M. 30 Pf.

XXXIII. Band **Die Fabrikation der Mineral- und Lackfarben.** Enthaltend: Die Anleitung zur Darstellung aller künstlichen Maler- und Anstreicherfarben, der Email- und Metallfarben. Ein Handbuch für Fabrikanten, Farbwaarenhändler, Maler und Anstreicher. Dem neuesten Stande der Wissenschaften entsprechend dargestellt von **Dr. Josef Bersch.** Mit 19 Abbild. 41 Bog. 8. Eleg. geh 4 fl. 20 kr. ö. W. = 7 M. 60 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XXXIV. Band. **Die künstlichen Düngemittel.** Darstellung der Fabrikation des Knochen-, Horn-, Blut-, Fleisch-Mehls, der Kalidünger, des schwefelsauren Ammoniaks, der verschiedenen Arten Superphosphate, der Poudrette u. s. f., sowie Beschreibung des natürlichen Vorkommens der concentrirten Düngemittel. Ein Handbuch für Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Landwirthe, Zucker-Fabrikanten, Gewerbetreibende und Kaufleute. Von **Dr. H. Pick**, Fabrikant chemischer Producte. Mit 16 Abbild. 16. Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

XXXV. Band. **Die Zinkogravure** oder das Aetzen in Zink zur Herstellung von Druckplatten aller Art, nebst Anleitung zum Aetzen in Kupfer, Messing, Stahl und andere Metalle. Auf Grund eigener praktischer, vieljähriger Erfahrungen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XXXVI. Band **Medicinische Specialitäten.** Eine Sammlung aller bis jetzt bekannten und untersuchten medicinischen Geheimmittel mit Angabe ihrer Zusammensetzung nach den bewährtesten Chemikern. Gruppenweise zusammengestellt von **C. F. Capaun-Karlowa**, Apotheker. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XXXVII. Band. **Die Colorie der Baumwolle auf Garne und Gewebe mit besonderer Berücksichtigung der Türkischroth-Färberei.** Ein Lehr- und Handbuch für Interessenten dieser Branchen. Nach eigenen praktischen Erfahrungen zusammengestellt von **Carl Bomen**, Director der Möllersdorfer Färberei, Bleicherei und Appretur. Mit 6 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XXXVIII. Band. **Die Galvanoplastik oder sichere Anleitung und ausführliche Darstellung des galvanoplastischen Verfahrens in all' seinen Theilen.** In leichtfaßlicher Weise bearbeitet von **Julius Weiß.** Mit 14 Abbild. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

XXXIX. Band. **Die Weinbereitung und Kellerwirthschaft.** Populäres Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler und Kellermeister. Gemeinverständlich dargestellt auf Grundlage der neuesten wissenschaftlichen Forschungen der berühmtesten Oenologen und eigenen langjährigen praktischen Erfahrungen von **Antonio dal Piaz.** Mit 29 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XL. Band. **Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers,** nebst einem Anhange: Ueber die Darstellung des natürlichen Asphalttheers und Asphaltmastix aus den Asphaltsteinen und bituminösen Schiefern und Verwerthung der Nebenproducte. Von **Dr. Georg Thenius,** technischer Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W = 2 M. 50 Pf.

XLI. Band. **Die Fabrikation der Erdfarben.** Enthaltend: Die Beschreibung aller natürlich vorkommenden Erdfarben, deren Gewinnung und Zubereitung. Handbuch für Farben-Fabrikanten, Maler, Zimmermaler, Anstreicher und Farbwaaren-Händler. Von **Dr. Jos. Versch** Mit 14 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XLII. Band. **Desinfectionsmittel** oder Anleitung zur Anwendung der praktischesten und besten Desinfectionsmittel, um Wohnräume, Krankensäle, Stallungen, Transportmittel, Leichenkammern, Schlachtleder u. s. w. zu desinficiren. Von **Wilhelm Heckenast.** 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XLIII. Band. **Die Heliographie** oder: Eine Anleitung zur Herstellung druckbarer Metallplatten aller Art, sowohl für Halbtöne als auch für Strich- und Kornmanier, ferner die neuesten Fortschritte im Pigmentdruck und Woodbury-Verfahren (oder Reliefdruck), nebst anderweitigen Vorschriften zur Herstellung der für die Heliographie geeigneten Negative. Mit einem Anhange: Ein Ueberblick der photomechanischen Verfahren zur Zeit der Weltausstellung in Paris 1878. Bearbeitet von **J. Husnik**, k. k. Professor in Prag. Mit 6 Illustrationen und 6 Tafeln. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XLIV. Band. Die Fabrikation der Anilinfarbstoffe und aller anderen aus dem Theere darstellbaren Farbstoffe (Phenyl-, Naphtalin-, Anthracen- und Resorcin-Farbstoffe) und deren Anwendung in der Industrie. Für die Praxis bearbeitet von **Dr. Josef Mersch.** Mit 15 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

XLV. Band. Chemisch-technische Specialitäten und Geheimnisse mit Angabe ihrer Zusammenstellung nach den bewährtesten Chemikern. Alphabetisch zusammengestellt von **C. F. Capaun-Karlowa,** Apotheker u. s. w. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XLVI. Band. Die Woll- und Seidendruckerei in ihrem ganzen Umfange. Ein praktisches Hand- und Lehrbuch für Druck-Fabrikanten, Färber und technische Chemiker. Enthaltend: Das Drucken der Wollen-, Halbwollen- und Halbseidenstoffe, der Wollengarne und seidenen Zeuge. Unter Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und unter Zugrundelegung langjähriger praktischer Erfahrung. Bearbeitet von **Victor Joclét,** techn. Chemiker. Mit 54 Abbild. und 4 Tafeln. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

XLVII. Band. Die Fabrikation des Rübenzuckers. Enthaltend: die Erzeugung des Brotzuckers, des Rohzuckers, die Herstellung von Raffinade- und Candiszucker, nebst einem Anhange über die Verwertung der Nachprodukte und Abfälle etc. Zum Gebrauche als Lehr- und Handbuch leichtfaßlich dargestellt von **Richard v. Regner.** Chemiker und Mitglied mehrerer technischer Vereine. Mit 21 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XLVIII. Band. Farbenlehre. Für die praktische Anwendung in den verschiedenen Gewerben und in der Kunstindustrie bearbeitet von **Alwin von Wouwermans.** Mit 7 Abbild. und 6 Tafeln. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

IL. Band. Vollständige Anleitung zum Formen und Gießen oder genaue Beschreibung aller in den Künsten und Gewerben dafür angewandten Materialien als: **Gyps, Wachs,** Schwefel, Leim, Harz, Guttapercha, Thon, Lehm, Sand und deren Behandlung behufs Darstellung von Gypsfiguren, Stuccatur, Thon-, Cement-, Steingutwaaren, sowie beim Guß von Statuen, Glocken und den in der Messing-, Zink-, Blei- und Eisengießerei vorkommenden Gegenständen. Von **Eduard Ahlenhuth.** Mit 10 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

L. Band. Die Bereitung der Schaumweine. Mit besonderer Berücksichtigung der französischen Champagner-Fabrikation. Genaue Anweisung und Erläuterung der vollständigen rationellen Fabrikationsweise aller moussirenden Weine und Champagner. Mit Benützung des Robinet'schen Werkes auf Grund eigener praktischer Erfahrungen und wissenschaftlicher Kenntnisse populär und allgemein faßlich dargestellt und erläutert von **A. v. Regner.** Mit 28 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LI. Band. Kalk und Luftmörtel. Auftreten und Natur des Kalksteines, das Brennen desselben und seine Anwendung zu Luftmörtel. Nach gegenwärtigem Stande von Theorie und Praxis dargestellt von **Dr. Hermann Zwick.** Mit 30 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LII. Band. Die Legirungen. Deren Darstellung, Eigenschaften und Anwendungen für industrielle und künstlerische Zwecke. Handbuch für alle Metallarbeiter. Bearbeitet von **A. Krupp.** Mit 11 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LIII. Band. Unsere Lebensmittel. Eine Anleitung zur Kenntniß der vorzüglichsten Nahrungs- und Genußmittel, deren Vorkommen und Beschaffenheit in gutem und schlechtem Zustande, sowie ihre Verfälschungen u. deren Erkennung. Von **C. F. Capaun-Karlowa.** 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

LIV. Band. Die Photokeramik, das ist die Kunst, photographische Bilder auf Porzellan, Email, Glas, Metall u. s. w. einzubrennen. Als Lehr- und Handbuch nach eigenen Erfahrungen und mit Benützung der besten Quellen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** Mit 19 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LV. Band. **Die Harze und ihre Producte.** Deren Abstammung, Gewinnung und techn. Verwerthung. Nebst einem Anhang: Ueber die Producte der trockenen Destillation des Harzes oder Colophoniums; das Campbin, das schwere Harzöl, das Codöl, und die Bereitung von Wagenfetten, Maschinenölen 2c. aus den schweren Harzölen, sowie die Verwendung derselben zur Leuchtgas-Erzeugung. Ein Handbuch für Fabrikanten, Techniker, Chemiker, Droguisten, Apotheker, Wagenfett-Fabrikanten und Brauer. Nach den neuesten Forschungen und auf Grundlage langjähriger Erfahrungen zusammengestellt von **Dr. Georg Thenius.** Mit 40 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LVI. Band. **Die Mineralsäuren.** Nebst einem Anhang: Der Chlorkalk u. die Ammoniak-Verbindungen. Darstellung der Fabrikation von schwefliger Säure, Schwefel-, Salz-, Salpeter-, Kohlen-, Arsen-, Bor-, Phosphor-, Blausäure-, Chlorkalk- und Ammoniaksalzen, deren Untersuchung und Anwendung. Ein Handbuch für Apotheker, Droguisten, Färber, Bleicher, Fabrikanten von Farben, Zucker, Papier, Düngemittel, chemischen Producten, für Glastechniker u. s. f. Von **Dr. S. Pick.** Fabriksdirector. Mit 27 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LVII. Band. **Wasser und Eis.** Eine Darstellung der Eigenschaften, Anwendung und Reinigung des Wassers für industrielle und künstliche Zwecke und der Aufbewahrung, Benützung und künstlichen Darstellung des Eises. Für Praktiker bearbeitet von **Friedrich Ritter.** Mit 35 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

LVIII. Band. **Hydraulischer Kalk und Portland-Cement nach Rohmaterialien, physikalischen und chemischen Eigenschaften.** Untersuchung, Fabrikation u. Werthstellung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie. Bearbeitet von **Dr. H. Zwick.** Mit 28 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W = 4 M. 50 Pf.

LIX. Band. **Die Glasätzerei für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Mattätzerei in ihrem ganzen Umfange.** Alle bis heute bekannten und viele neue Verfahren enthaltend; mit besonderer Berücksichtigung der Monumental-Glasätzerei. Leichtfaßlich dargestellt mit genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel von **J. B. Miller,** Glastechniker. Mit 16 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LX. Band. **Die explosiven Stoffe,** ihre Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften, Prüfung u. praktische Anwendung in der Sprengtechnik. Bearbeitet nach den neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen von **Dr. Fr. Böckmann,** techn. Chemiker. Mit 31 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LXI. Band. **Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art.** Von **Dr. Theodor Koller.** Mit 22 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

LXII. Band. **Kautschuk und Guttapercha.** Eine Darstellung der Eigenschaften u. der Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha auf fabriksmäßigem Wege, die Fabrikation des vulcanisirten und gehärteten Kautschuks, der Kautschuk- und Guttapercha-Compositionen, der wasserdichten Stoffe, elastischen Gewebe u. s. w. Für die Praxis bearbeitet von **Raimund Hoffer.** Mit 8 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXIII. Band. **Die Kunst- und Feinwäscherei in ihrem ganzen Umfange.** Enthaltend: Die chemische Wäsche, die Fleckenreinigungskunst, Kunstwäscherei, Hauswäscherei, Appretur, die Strohhut-Bleicherei und Färberei, Handschuh-Wäscherei und Färberei 2c. Von **Victor Jockel.** Mit 1 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXIV. Band. **Grundzüge der Chemie in ihrer Anwendung auf das praktische Leben.** Für Gewerbetreibende und Industrielle im Allgemeinen, sowie für jeden Gebildeten. Bearbeitet von **Dr. Wilibald Artus,** Professor in Jena. Mit 24 Abbild. 34 Bog. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. ö. W. = 6 Mark.

LXV. Band. **Die Fabrikation der Emaille und das Emailliren.** Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische Zwecke und zur Vornahme des Emaillirens auf praktischem Wege. Für Emaille-Fabrikanten, Gold- und Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Paul Randau,** technischer Chemiker. Mit 8 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXVI. Band. **Die Glas-Fabrikation.** Eine übersichtliche Darstellung der gesammten Glasindustrie mit vollständiger Anleitung zur Herstellung aller Sorten von Glas und Glaswaaren. Zum Gebrauche für Glas-Fabrikanten und Gewerbetreibende aller verwandten Branchen auf Grund praktischer Erfahrungen und der neuesten Fortschritte bearbeitet von **Raimund Herner,** Glas-Fabrikant. Mit 50 Abbild 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXVII. Band. **Das Holz und seine Destillations-Producte.** Ueber die Abstammung und das Vorkommen der verschiedenen Hölzer. Ueber Holz, Holzschleifstoff, Holzcellulose, Holzimprägnirung und Holzconservirung, Meiler- und Retorten-Verkohlung, Holzessig und seine technische Verarbeitung, Holztheer und seine Destillations-Producte, Holztheerpech und Holzkohlen nebst einem Anhange: Ueber Gaserzeugung aus Holz. Ein Handbuch für Waldbesitzer, Forstbeamte, Lehrer, Chemiker, Techniker, und Ingenieure nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bearbeitet von **Dr. Georg Thenius**, technischer Chemiker. Mit 32 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

LXVIII. Band. **Die Mamorirkunst.** Ein Lehr-, Hand-, und Musterbuch für Buchbindereien, Buntpapierfabriken und verwandte Geschäfte. Von **Jos. Phileas Bock.** Mit 30 Marmorpapier-Mustern und 6 Abbild. 6 Bog. 8. Eleg. geh 1 fl. ö. W = 1 M. 80 Pf.

LXIX. Band. **Die Fabrikation des Wachstuches**, des amerikanischen Ledertuches, des Wachs-Taffets, der Maler- und Zeichen-Leinwand, sowie die Fabrikation des Theertuches, der Dachpappe und die Darstellung der unverbrennlichen und gegerbten Gewebe. Den Bedürfnissen der Praktiker entsprechend geschildert von **Rudolf Elsinger**, Fabrikant. Mit 11 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. 2 M. 50 Pf.

LXX. Band. **Das Celluloid**, seine Rohmaterialien, Fabrikation, Eigenschaften und technische Verwendung. Für Celluloid- und Celluloidwaaren-Fabrikanten, für alle Celluloid verarbeitenden Gewerbe, Zahnärzte und Zahntechniker. Von **Dr. Fr Böckmann**, technischer Chemiker. Mit 8 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXI. Band. **Das Ultramarin und seine Bereitung** nach dem jetzigen Stande dieser Industrie. Von **C. Fürstenau.** Mit 25 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXII. Band. **Petroleum und Erdwachs.** Darstellung der Gewinnung von Erdöl und Erdwachs (Ceresin), deren Verarbeitung auf Leuchtöle und Paraffin, sowie aller anderen aus denselben zu gewinnenden Producte, und einem Anhang, betreffend die Fabrikation von Photogen, Solaröl und Paraffin aus Braunkohlentheer. Mit besonderer Rücksichtnahme auf die aus Petroleum dargestellten Leuchtöle, deren Aufbewahrung und technische Prüfung. Von **Arthur Burgmann**, Chemiker. Mit 12 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. 3 M. 25 Pf.

LXXIII. Band. **Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle.** Eine Darstellung aller Arten von Loth, Löthmitteln und Löthapparaten, sowie der Behandlung der Metalle während der Bearbeitung. Handbuch für Praktiker. Nach eigenen Erfahrungen bearbeitet von **Edmund Schlosser.** Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 M.

LXXIV. Band. **Die Gasbeleuchtung im Haus und die Selbsthilfe des Gas-Consumenten.** Praktische Anleitung zur Herstellung zweckmäßiger Gasbeleuchtungen, mit Angabe der Mittel, eine möglichst große Gas-Ersparniß zu erzielen. Zur Belehrung für Gasconsumenten, Gas-Installateure ꝛc. Von **A. Müller.** Mit 84 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. 2 M.

LXXV. Band. **Die Untersuchung der im Handel und Gewerbe gebräuchlichsten Stoffe** einschließlich der Nahrungsmittel. Ein Handbuch für Handel- und Gewerbetreibende jeder Art, für Apotheker, Photographen, Landwirthe, Medicinal- und Zollbeamte. Gemeinverständlich dargestellt von **Dr. S. Pick.** Mit 16 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

LXXVI. Band. **Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen** und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Eine Darstellung praktischer Methoden zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patinas der oxydirten Metalle und der Bronzirungen. Handbuch für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Friedrich Hartmann.** Mit 3 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXXVII. Band. **Kurzgefaßte Chemie der Rübensaft-Reinigung.** Zum Gebrauche für praktische Zucker-Fabrikanten. Von **W. Syskora** und **F. Schiller.** 19 Bog. 8. Eleg geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXVIII. Band. **Die Mineral-Malerei.** Neues Verfahren zur Herstellung witterungsbeständiger Wandgemälde. Technisch-wissenschaftliche Anleitung von **A. Keim.** 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXIX. Band. **Die Chocolade-Fabrikation.** Eine Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Anfertigung aller Sorten gewöhnlicher und Luxus-Chocoladen, der hierbei in Anwendung kommenden Materialien und Beschreibung der zur Bearbeitung der Chocolademasse in Verwendung kommenden Maschinen. Nach dem neuesten Stande der Technik geschildert von **Ernst Saldau.** Mit 34 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

Neueste Erfindungen und Erfahrungen

auf den Gebieten der praktischen Technik,

der Gewerbe, Industrie, Chemie, der Land- und Hauswirthschaft.

Herausgegeben und redigirt unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner

von

VIII. Jahrgang 1881. **Dr. Theodor Koller.** VIII. Jahrgang 1881.

Neueste Erfindungen und Erfahrungen.

Unsere Zeitschrift, welche nunmehr im achten Jahrgang erscheint, verfolgt wie bisher auch fernerhin den Zweck: **alle neuen Erfindungen und Verbesserungen** in der Industrie, Technik, Chemie, Haus- und Landwirthschaft den Lesern in anschaulichster und raschester Weise zur Kenntniß zu bringen.

Eine der Hauptaufgaben der „**Neuesten Erfindungen und Erfahrungen**“ liegt darin, **alle neuen Erfahrungen**, welche in der **Praxis** gewonnen wurden, in eingehenden Berichten durch Fachmänner bekannt zu geben und klarzulegen.

In dieser Beziehung kommen uns nicht nur **zahlreiche**, sorgfältig ausgeführte **Zeichnungen** zu Hilfe, sondern es unterstützen uns auch **anerkannte Fachmänner**, welche in **Originalbeiträgen** ununterbrochen uns ihre **rein praktischen Erfahrungen und Beobachtungen** zuwenden. Unsere Mitarbeiter sind nicht nur Theoretiker, sondern, mitten in der Praxis stehend, auch **durchaus geschäftsthätige Fachmänner.**

Aus der stattlichen Reihe der Mitarbeiter, welche wir zu erweitern stets bestrebt sind, heben wir nur hervor die Namen von:

Prof. Dr. **Böttger** in Frankfurt a. M.; Dr. **Bering**, Chemiker in Bromberg; **Joh. Hirrlinger**, Aquarellmaler in Stuttgart; **V. Joclet**, technischer Chemiker in Luxemburg; **J. B Miller**, Glastechniker in Berlin; **J. Krüger**, technischer Chemiker in Berlin; Dr. **Bersch** in Wien; **Dr. G. Thenius** in Wiener-Neustadt; **H. Warter**, Fabriksdirector in Augsburg; **L. Zigliani**, Mechaniker in Neapel; Dr. **H. Krätzer** in Leipzig; Prof. **J. Husnik**, Erfinder des Lichtdruckes, in Prag; **A. dal Piaz** in Catania u. viele Andere.

Die „Neuesten Erfindungen und Erfahrungen“ bieten in ihren Heften einen **vollständigen Ueberblick über alle neuen, wirklich praktischen Erfindungen, Beobachtungen, Praxisergebnisse, Verbesserungen** auf **allen** Gebieten des menschlichen Schaffens, stehen in dieser Reichhaltigkeit und Vollständigkeit praktischer Mittheilungen in der Journal-Literatur einzig da und erscheinen für jeden thätigen Geschäftsmann, welcher den Fortschritten der Neuzeit in seinem Berufe zu folgen und dieselben in seinem eigenen Interesse zu verwerthen trachtet, unentbehrlich.

Pränumerations-Bedingungen.

Jährlich 13 Hefte à 36 Kr. ö. W. 60 Pf. Pränumerationspreis pro Jahrgang
4 fl. 50 kr. ö. W. = 7 M. 50 Pf. Einbanddecken 60 Kr. ö. W. = 1 M. 20 Pf.

Probehefte auf Ersuchen gratis und franco.

Neueste Erfindungen und Erfahrungen.

Frühere Jahrgänge:

I.	Jahrgang	1874	complet geh.	Preis per Jahrgang 4 fl. 50 kr. ö. W. — 7 Mark 50 Pf.
II.	„	1875	„ „	
III.	„	1876	„ „	
IV.	„	1877	„ „	
V.	„	1878	„ „	
VI.	„	1879	„ „	
VII.	„	1880	„ „	

Alle sieben Jahrgänge auf einmal genommen für nur 23½ fl. ö. W. = 42 Mark.

Bei Abnahme von mindestens drei Jahrgängen auf einmal jeder Jahrg. 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

Einbanddecken für jeden Jahrgang 60 Kr. ö. W. = 1 M. 20 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

Fuel

Die

Briquette-Industrie

und die

Brennmaterialien.

Mit einem Anhange:

Die Anlage der Dampfkessel und Gasgeneratoren

mit besonderer Berücksichtigung

der rauchfreien Verbrennung

Nach den neuesten Quellen und eigenen langjährigen Erfahrungen.

Von

Dr. Friedrich Jünemann

technischer Chemiker.

Mit 48 Abbildungen.

Wien. Pest. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1881.

Alle Rechte vorbehalten.

Digitized by Google

ASTOR LIBRARY
APR
23
1892
NEW YORK

Druck von Friedrich Jasper in Wien.

Digitized by Google

Vorwort.

Der Verfasser hatte bei Abfassung dieses Werkes vorzüglich den Zweck im Auge, selbst dem mit der wissenschaftlichen Technik weniger Vertrauten, ein leicht verständliches Handbuch auf dem Gebiete der Briquette-Industrie, sowie der Pyrotechnik zu liefern.

Um sich aber über den Werth aller Brennmaterialien, sowie der angelegten Feuerungsanlagen, resp. der bei den letzteren auftretenden Rauchgase und ihrer chemischen Zusammensetzung klar zu werden, war es nöthig, die dazu erforderlichen Analysen in leicht faßlicher Weise anzugeben; das Werk bringt Vorschriften, deren genaue Einhaltung den Erfolg sichern.

Nur wenige Kenntnisse von den Grundlagen der Chemie und Physik, wie auch nur eine oberflächliche Bekanntschaft mit den gebräuchlichsten Apparaten, Utensilien und Reagentien der chemischen Laboratorien sind vorausgesetzt.

Was schließlich die Anlage von Brennstoff sparenden, d. h. rauchfreien Feuerungsanlagen betrifft, so wird durch die Benützung des vorstehenden Handbuches selbst derjenige

Digitized by Google

Industrielle, welcher nur wenig theoretische Kenntnisse in diesem Fache besitzt, dadurch im Stande sein, alle Unvollkommenheiten in Feuerungsanlagen zu finden und zu verbessern; ja, er wird erforderlichen Falles sogar selbstständig rauchfreie Feuerungsanlagen construiren können.

Indem der Verfasser die Fabrikation der künstlichen Brennstoffe, der Briquettes oder Kohlenziegel, so auch das ganze Gebiet der Verwerthung der Brennmaterialien und der zur rauchfreien Verbrennung nöthigen Feuerungsanlagen nach den neuesten bewährtesten Principien in leicht faßlicher und praktischer Weise behandelt, vernachlässigt er dabei nicht die nöthige Theorie und glaubt dadurch der Industrie ein zur Hebung derselben werthvolles Material geliefert zu haben.

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Die Briquette-Industrie.

I.

Einleitung.

Entstehung der Briquette. Vergleichende Brennversuche. Das Steinkohlenpech und der Magnesia-Cement in der Briquette-Industrie.

Die Fabrikation der künstlichen Brennstoffe, der Briquettes oder Kohlenziegel, bietet nicht allein ein hohes Interesse für die Kohlenindustrie, welcher sie ein ganz neues Feld eröffnet, indem sie ihr gestattet, unter einer verkäuflichen Form werthlose Producte zu verwerthen, sondern sie nimmt auch das Interesse der Industrie im Allgemeinen in Anspruch, da sie für das Capital ein neues Feld der reichsten Zukunft in Aussicht stellt; denn ungeachtet der im reichsten Maße vorhandenen Brennstoffe, insbesondere der Steinkohle, beschäftigt sich heute die Industrie sehr lebhaft mit der Erzeugung künstlicher Brennstoffe.

Es liegen dieser Thatsache mehrfache Ursachen zugrunde, denn die Erzeugung der künstlichen Brennstoffe liegt nicht allein im Interesse der Producenten, sondern auch in dem Bedürfnisse derartiger Brennstoffe für einzelne Zweige des Gewerbewesens.

Digitized by Google

Der Verbrauch an Brennstoffen und insbesondere der Steinkohlen geschieht in dem gewerblichen Leben in größerem Maße mit den sogenannten Stückkohlen. Da nun aber in den Gruben die Gewinnung der ihrer Größe nach besseren Kohlensorten nur in sehr beschränktem Maße stattfindet und Grus in viel größerem Maße als Stückkohle zu Tage gefördert wird, so stellte sich bald das Bedürfniß heraus, für Grus eine Form zu finden, in der derselbe die Stückkohle ersetzen kann. Wenn man sieht, welche enormen Quantitäten feiner Kohle sich bei der mechanischen Trennung aus dem Gemische von Grus und Stückkohlen bei den Gruben ansammeln, so wird man begreifen, welch' reges Interesse die Grubenbesitzer an der Beseitigung und Verwerthung des Kohlenkleins haben mußten.

Die Verarbeitung derartiger Kohlenabgänge zu künstlichen Brennstoffen bot ein sehr vortheilhaftes Mittel zur Umgehung aller dieser Schwierigkeiten dar. Indeß, es dauerte sehr lange Zeit, bis diese Industrie sich Eingang und Geltung verschaffen konnte, so zwar, daß sie nur von örtlicher Bedeutung blieb. Um ihr eine allgemeine Wichtigkeit zu verleihen, mußte von zwei Seiten ein neuer Anstoß erfolgen, bis es ihr endlich vergönnt war, auf dem heutigen Standpunkte zu stehen, der allerdings schon von sehr nennenswerthem Umfange ist. Die Locomotiven-Feuerung der Eisenbahnen bot hierzu die erste Veranlassung. Es wurde früher bei derselben fast ausschließlich Coaks gebrannt, welcher aber bedeutend größere Ausgaben als die Steinkohle verursachte. Bei stehenden Dampfmaschinen hatte man von jeher Steinkohle gebrannt, bei Locomotiven dieselbe anzuwenden, hatte man sich gescheut, weil man der Ansicht war, daß die aus den Steinkohlen sich entwickelnden schwefligen Dämpfe, das ist die gasförmige schweflige Säure, den inneren Mechanismus,

Digitized by Google

vorzüglich aber die Siederöhren und Roste angreifen und zerstören würde. Nachdem aber durch Versuche dargethan war, daß der schädliche Einfluß der beim Feuern mit Steinkohle sich entwickelnden Gase nur ein sehr geringer ist und durch die bedeutenden Ersparnisse, die die Kohlenfeuerung mit sich bringt, vielfach aufgewogen wird, so ging man bald auch bei der Locomotiven-Feuerung auf den Gebrauch von Steinkohle über. Umsomehr war dies der Fall, als man durch rauchverzehrende Vorrichtungen den störenden und unangenehmen Qualm fast ganz beseitigt hatte.

Sobald man sich aber zur Steinkohlen-Feuerung bei den Locomotiven entschlossen hatte, war auch der Weg zur Einführung der Briquettes gebahnt, umsomehr, als letztere den Vortheil bedeutenden Raumersparnisses bei dem gering zugemessenen Brennmaterial-Raum gestattete, was besonders bei Durchmessung längerer Strecken, wo die Aufspeicherung größerer Massen Brennmaterial nöthig wurde, von größtem Vortheile war. Diesem eben angeführten Umstande, als auch der gleichzeitig erheblichen Brennmaterial-Ersparniß verdankt die Briquette-Industrie zum größten Theile ihren mächtigen Aufschwung. Wenn man nun berücksichtigt, daß das specifische Gewicht der Briquettes dem der Kohlen, aus denen sie hergestellt sind, fast gleich ist, daß der Heizeffect der ersteren durch das den Kohlen zugesetzte Bindemittel größer ist, daß durch die leichtere Fortpflanzung des Feuers mittelst dieses Bindemittels die Bedingniß eines stärkeren, stets auf Erkaltung wirkenden Zuges wegfällt, endlich durch die Pressung eine Volumverminderung und Concentrirung des Brennstoffes erzielt wird, so wird man leicht begreifen, daß die Briquette-Feuerung auch bei Locomotiven eine sehr beliebte geworden ist.

Digitized by Google

Auf der hannoverischen Bahn angestellte eingehende Versuche ergaben, daß für die Locomotivmeile verbraucht wurden bei einer Mischung von:

$^1/_2$ Briquette und $^1/_2$ Coaks = 172·09 Pfd. Brennmaterial,
$^3/_5$ » » $^2/_5$ » = 180·18 » »
$^2/_3$ » » $^1/_3$ » = 189·86 » »

Da nun dieselbe Maschine mit Coaks allein geheizt, pro Meile 204·81 Pfund davon verbraucht, so ergiebt sich, daß 100 Pfund Briquettes im ersten Falle 137·8 Pfund Coaks, im zweiten Falle 122·8 Pfund und endlich im dritten und ungünstigsten Falle noch immer 112·1 Pfund Coaks ersetzten.

Im Jahre 1877 wurden in Segen Gottes von der Rossitzer Bergbau-Gesellschaft mehrere Verdampfungs-Versuche mit Rossitzer Kohle und Briquettes, welche aus dieser Kohlengattung erzeugt worden, unter verschiedenen Bedingungen und bei verschiedenen Kesselgattungen vorgenommen.

Die Versuche wurden angestellt, um den Unterschied der Verbrennung zwischen Kleinkohle und Briquettes und Würfelkohle und Briquettes kennen zu lernen und zugleich die mehr oder weniger starke Wärme-Entwickelung bei der Verbrennung zu constatiren, respective die Vor- und Nachtheile der Heizung mit Briquettes zu eruiren. Zu diesem Zwecke wurden unter fast gleichen Verhältnissen immer bei je einem Kessel zwei Versuche angestellt, und zwar einmal mit Briquettes und das andere Mal mit Kleinkohle.

Die Versuche wurden in der Werkstätte der Rossitzer Bergbau-Gesellschaft in Segen Gottes bei einem Cylinderkessel mit einem Unterkessel und drei übereinander, nach dem Gegenstrom-Princip construirt, liegenden Nebenkesseln vorgenommen. Hierbei wurde in zwei aufeinander folgenden Tagen während des einen Tages mit Briquettes und während

Digitized by Google

des zweiten Tages mit Kleinkohle geheizt. Die Speise-Wassermenge wurde durch ein zuvor abgemessenes Gefäß bestimmt und während der beiden Arbeitstage, so weit es thunlich war, darauf gesehen, daß die gleichen Arbeitsmaschinen der Werkstätte im Betriebe waren.

Die zweite Serie von zwei Versuchen wurde mit einem Gegenstrom-Kessel, nämlich einem Cylinderkessel mit zwei Unterkesseln, vorgenommen und hierbei der Dampf durch die geöffneten Sicherheitsventile in's Freie gelassen. Vor Beginn eines jeden Versuches geschah selbstverständlich die Markirung des Wasserstandes im Glase und bei Beendigung der Ausgleich in derselben Niveauhöhe. Die verbrauchte Speise-Wassermenge wurde durch einen Siemens'schen Wassermesser gemessen und das Brennmaterial sorgfältig zugewogen; bei diesen zwei Versuchen muß bemerkt werden, daß bei dem letzteren der Zug ein äußerst kräftiger war und daß die Vertheilung des Brennmateriales auf dem Roste in Bezug auf Gleichmäßigkeit nichts zu wünschen übrig ließ.

Gattung der Kessel	Rostfläche in □Meter	Heizfläche in □Meter	Verhältniß der Heizfläche zur Rostfläche	Dauer d. Versuches in Stund.	Verbrauch des Brennmaterials in Kilogramm	Verdampfte Wassermenge in Kilogramm	Verbraucht. Brennmaterial p. 1 □M. Rostfläche u. p. Stunde	Verbraucht. Brennmaterial p. 1 □M. Heizfläche u. p. Stunde	Verhältniß des verdampften Wassers zum Brennmaterial	Temperatur des Speisewassers in Graden C.	Durchschnitts-Temperatur der Rauchgase im Fuchs	Spannung des Dampfes in Atmosphären	Bemerkungen
1 Cylinder- Ober- mit 1 Unterkessel	1·26	38·8	1/31	7	500	32615	56·1	12·01	6·52	26	—	4	Briquettes
	1·26	38·8	1/31	7	500	26557	56·1	9·77	5·31	36	—	4	Kleinkohle
1 Ober-, 1 Unter- und 2 Nebenkessel	2·25	69·8	1/33	11	960	7853	38·8	10·23	8·18	56	—	4½	Briquettes
	2·25	69·8	1/33	12	1200	7678	44·4	9·16	6·39	36	—	4½	Kleinkohle
1 Oberkessel mit 2 Unterkesseln	2·00	50·0	1/25	9	1240	9050	68·8	20·11	7·29	18	160°	0	Briquettes
	2·00	50·0	1/25	6·5	1240	8220	93·1	24·54	6·63	18	240°	0	Würfelk.

Digitized by Google

Vergleicht man die gewonnenen Resultate, so ergiebt sich für die Heizung mit Briquettes eine Vermehrung des Nutzeffectes von 22 bis 25 Percent gegenüber der Kleinkohle und 10 Percent gegenüber der Würfelkohle. In Betreff der übrigen Eigenschaften der von der Rossitzer Bergbau-Gesellschaft erzeugten Briquettes ist zu bemerken, daß dieselben bei der Verbrennung eine geringere Neigung haben, zusammenzubacken, als die Kleinkohlen, und für den Fall, als es geschieht, bei nur halbwegs kräftigem Zuge kein den Luftzutritt hindernder Cokskuchen gebildet wird, wodurch das oftmalige Aufbrechen der Brennstoffschichte wegfällt. Ferner zeigte sich, daß die einzelnen Briquettes weder beim Einwerfen, noch beim Verbrennen zerfallen, sondern immer ganz in concentrischen Ringen abbrennen, was zur Folge hat, daß jeder Verlust durch Herabfallen von unverbrauchten Kohlenstückchen bei selbst weit von einander abstehenden Roststäben vermieden wird.

In Bezug auf die Rückstände ist zu erwähnen, daß man bei Feuerung mit Briquettes viel Asche und wenig Schlacke erhält, während bei Benützung der Kleinkohle das Umgekehrte stattfindet.

Die Summe der Rückstände war jedoch bei den Briquettes fast gleich jener bei Klein- und Würfelkohle.

Auf Grundlage dieser Resultate wurden später von der Rossitzer Bergbau-Gesellschaft die Briquettes auch in kleineren Dimensionen zu $^1/_4$ Kilogramm per Stück angefertigt und diese als geeignetes Brennmaterial für Zimmerheizung in Kistchen zu je 98 Stück auf den Markt gebracht und erfreuten sich dieselben eines guten Absatzes. Außer diesen angeführten Erfolgen erhielt die Briquette-Fabrikation noch eine weitere mächtige Unterstützung durch die Bedeutung und Ausdehnung der Steinkohlentheer-Industrie, also durch die außer-

Digitized by Google

ordentliche Vervollkommnung dieser Industrie und das bei derselben resultirende Abgangsproduct, das Steinkohlenpech.

Bei den Anforderungen, die man heute an die Wohlfeilheit und Güte der Briquettes stellt, könnte die Briquette-Industrie ohne das Steinkohlenpech nicht bestehen, da dieses Bindemittel in der That alle für diesen Zweck vorzüglichsten Eigenschaften besitzt.

Das Steinkohlenpech ist ein Kohlenwasserstoff, besitzt also für sich allein als Brennmaterial sehr viel Werth, und der Umstand, bei gewöhnlicher Temperatur im festen Zustande zu sein, bei erhöhter Temperatur aber in den flüssigen Zustand überzugehen, verleiht ihm bei seiner Wohlfeilheit einen großen Werth für die Briquette-Fabrikation.

Uebrigens hat man in letzter Zeit, vorzüglich in Deutschland, angefangen, sich als Bindemittel des Magnesia-Cements zu bedienen, was uns als eine für Deutschland sehr glückliche Idee erscheint, indem durch Vereinigung von zwei bisher fast werthlosen Stoffen, nämlich den Abfällen des Stasfurther Steinsalz-Bergbaues und des Steinkohlen-Bergbaues, die werthvollen Steinkohlen-Briquettes, deren Werth demjenigen der besten Stückkohlen fast gleich zu setzen ist, also eine sehr werthvolle Handelswaare geschaffen wurde.

Digitized by Google

II.

Historisches.

Die Briquette-Industrie in den verschiedenen Ländern Europas.

Künstliches Brennmaterial aus Steinkohlenklein wurde im Aachener und Lütticher Lande seit langer Zeit angefertigt und unter den Namen Klütten oder boulets und hochets bereits im Jahre 1776 von Jars, im Jahre 1813 aber von Clère beschrieben. Die Klütten bestanden und bestehen heute noch aus einem Gemenge von Kohlenklein und 10 bis 15 Percent Letten, welches kugelförmig geformt und getrocknet auf Kaminherden als Hausbrand verwendet wird.

Im Jahre 1810 ließ sich ein Schlosser Namens Quest in Paris ein Patent für Frankreich für die Fabrikation von Kohlenklein mit »fetter Erde« ertheilen.

Eine zahllose Menge von Patenten aus den ersten zehn Jahren dieses Jahrhunderts zeugt dafür, daß man schon dortzumals Versuche machte, künstliche Brennstoffe zu erzeugen und dieselben in die Industrie einzuführen. In Armengaud's »Publications industrielles« findet man die ausführliche Beschreibung dieser Patente, wodurch die mannigfaltigsten, in den verschiedensten Industriezweigen abfallenden Producte, wie Kleinkohle, Torf, Holz, zur Erzeugung künstlicher Brennstoffe vorgeschlagen wurden.

Eine Mischung von Kohlenklein und Steinkohlentheer wurde von de la Chabaussière im Jahre 1812 den Grubenbesitzern zur Verwerthung anempfohlen.

Digitized by Google

Am 30. Januar 1830 ließen sich Ferrand und Marsais eine Mischung von Steinkohlentheer mit Kohlenklein für Frankreich patentiren, hatten aber keinen industriellen Erfolg, weil das erhaltene Product nicht Festigkeit genug besaß.

Im Jahre 1842 ließ sich Marsais die Anwendung von weichem Steinkohlenpech, brais gras, in Frankreich patentiren. Er gründete seine erste Fabrik in Bérard bei St. Etienne, später 1846 gründete derselbe eine zweite Fabrik zu Givors für die Société des bouillières de Saint-Etienne.

Fast zu gleicher Zeit, nämlich 1843, wendete Wylam in England hartes Steinkohlenpech, brai sec, an, welches im Jahre 1854 auch in Frankreich in die Briquette-Fabrikation eingeführt wurde.

1843 ließ sich Walkers in England heiße Luft zum Darren der mit Theer dargestellten Kohlensteine patentiren; zu gleichem Zwecke wendete H. Dobrée in England 1848 den heißen Dampf an. Auch Wylam wendete heißen Dampf für sein Verfahren bei der Mischung von Steinkohlenklein mit trockenem Pech an.

Im Jahre 1845 erzeugte Popelin Ducarre in Paris ein Brennmaterial, welches sich bald in weiteren Kreisen Ruf und Geltung verschaffte und welches unter dem Namen Charbon de Paris oder Peras verkauft wurde. Diese letztere Methode wurde schon sehr vervollkommnet und entwickelt und wurde dabei eine Mischung von Holzkohlen-Abfällen, Torfkohle und Eichenrinde mit einer Mischung von Theer verwendet.

Buckwell in England ließ sich 1849 ein Verfahren auf kaltes Pressen der Kohlensteine ohne jedes Bindemittel patentiren, hatte aber keinen Erfolg, erst

Digitized by Google

als er heiß zu pressen begann, erhielt er bessere Resultate, mußte jedoch auch diese Methode aufgeben, weil bei dieser Arbeit die Preßmaschinen stark angegriffen wurden.

Auch Evrard zu Chazotte in Frankreich wendete um diese Zeit das kalte Pressen ohne Erfolg an, da die Steine keinen Transport vertragen konnten.

H. Bessemer nahm am 11. October 1850 ein englisches Patent auf ein Verfahren, Steinkohlen bis zum Erweichen zu erhitzen und dann stark zu pressen, hatte aber keinen Erfolg, da das Verfahren zu kostspielig war und nur bei sehr fetten Steinkohlen Erfolg hatte.

Im Jahre 1855 machten die Kohlensteine, Combustible artificiel aggloméré, die mit 7 bis 8 Percent Theer stark zusammengepreßt und dann gedörrt waren, auf der Pariser Ausstellung großes Aufsehen. Ebenso die belgischen Kohlensteine von Setter & Co., von Gosselie bei Charleroy, die unter dem Namen Briquettes de Charbon in den Handel kamen.

Die Compagnie Roche-la-Molière et Firminy im Loire-Departement in Frankreich ließ sich im Jahre 1859 eine dem Verfahren Bessemer's ähnliche Methode patentiren.

Baroulier nahm am 24. August 1855 für Frankreich ein Patent, Kohlensteine durch Erhitzen in geschlossenen eisernen Formen, ohne Pressen, darzustellen. Die Kohle mußte halbfett oder mit 15 bis 20 Percent Theer gemengt sein. Er arbeitete bis 1858 zu Grangeneuve bei St. Etienne mit ziemlichem Vortheile.

Von Jahr zu Jahr wurde nun das Steinkohlenpech theurer, und so suchte man denn andere Substanzen als Bindemittel anzuwenden. Zu Givors wendete man einen Zusatz von $^3/_4$ Percent Wasserglas an. Riegels zu Re-

Digitized by Google

schitza im Banate nahm 1860 als Bindemittel 10 Percent Oelkuchen und später zu Fünfkirchen und Ostrau wendete er Stärkekleister unter dem Namen Migma an, der aus verdorbenem Mehl mit gelöschtem Kalk zubereitet war. 1844 bediente sich Warlich in Swansea des Alauns und Seesalzes als Bindemittel, ebenso Barkes in England 1865 Stärke mit Creosot, und Dansert 1875 ein Gemenge von Pech, Theer, Stärke und Gyps.

Noch kamen als Bindemittel in Vorschlag durch Abel Kalkwasser, durch Batemann ein Gemisch von Blut, Eiweiß und Kalk, durch Holland und Green Alaunthon, Kalk, Gyps, Alaun und Soda, endlich durch Vassard Alaun und gelöschter Kalk.

III.

Entwickelung und Productionsfähigkeit der Briquette-Fabrikation.

In Belgien erreichte die Industrie der Briquette-Fabrikation vorzüglich in dem Steinkohlenbezirk von Charleroy die größte Ausdehnung, was einerseits in der Beschaffenheit der Kohlen, die zum größten Theile aus mageren und halbfetten Sorten bestehen, andererseits aus dem großen Bedarfe dieses Districts für den Eisen- und Glashütten-Betrieb, sowie zur Dampfkessel-Feuerung seine Erklärung findet.

Die erste Briquette-Fabrik wurde 1852 zu Montigny-sur-Sombre von Dehaynin und Sohn, die zweite der-

Digitized by Google

selben Firma 1854 zu Gosselies angelegt; beide auf Steinkohlentheer mit Middleton-Pressen, Tangential- und Evrard-Pressen. Hierauf folgten die Fabriken zu Marcinette im Jahre 1857; im Jahre 1858 zu Lodelinsart von Guilleaux und Laurent; in demselben Jahre die Fabrik in Sarts-au-Berleur bei Lüttich; 1859 zu Sauwartan und Bouffioulx; 1864 zu Val-Benoit bei Lüttich; endlich 1869 zu Erquelinnes und Couillet. Im Jahre 1878 waren in Belgien 16 Fabriken, die nur inländisches Material verarbeiteten, vorhanden, während noch 1869 nur 9 Fabriken bestanden, die fast ausschließlich Hartpech, brai sec, verarbeiteten. Die Production betrug im Jahre 1869 bei 515.000 Tonnen und dürfte heute $^3/_4$ Million Tonnen übersteigen.

Deutschland besaß von 1861 bis 1867 nur eine Fabrik auf Vereinigte Wiesche bei Mühlheim an der Ruhr; mit denselben Maschinen folgte eine zweite zu Consolidation bei Essen, dann jene bei Zwickau in Sachsen und endlich 1876 die Fabrik auf Grube bei Aachen. Die Production beträgt heute 100.000 Tonnen.

England hatte 1846 die erste Fabrik zu Newcastle mit Theer gegründet, die nach kurzem Bestehen nach Swansea verlegt wurde, wo 1852 zwei Fabriken 120.000 Tonnen Kohlensteine oder Patent fuel erzeugten. Bis jetzt sind hinzugekommen Fabriken in Cardiff, Sommersetshire, Gloucestershire, Newcastle und London, die zusammen mehr als 300.000 Tonnen fabriciren.

Frankreich hatte zu Bérard 1842 die erste und 1846 zu Givors bei St. Etienne die zweite Briquette-Fabrik, beide für weiches Pech gegründet; erst 1854 kam hartes Pech in Aufnahme. Es bestanden nach Gruner daselbst im Jahre 1864 20 Fabriken mit 500.000 Tonnen Fabrikation. Die Fabriken zu Chazotte und Grande-Combe lieferten

Digitized by Google

jede 100.000 Tonnen. Im Jahre 1860 erbaute die letztere Gesellschaft eine Fabrik zu Pise bei Alais im Gard-Departement, die mit einer Kohlenwäsche verbunden ist, die täglich 1000 Tonnen Steinkohlen auftreiben kann. Nach Habets gab es 1867 schon folgende 31 Fabriken in Frankreich. Im Rhone-Departement zu Givors, im Loire-Departement zu La Chazotte, Monthieux, Bérard und St. Etienne; im Departement Saône et Loire zu Blanzy, Montchanin Epinac; im Departement Puy-de-Dôme zu Brossac; im Departement Isère zu Chasse; im Gard-Departement zu Courbessac, Grande-Combe, Bessiges, Portes und Alais; im Departement Hérault zu Graissesac, Bordeaux; im Departement Aveyron zu Campagnac; im Departement Du Nord zu Anzin; im Departement Pas-de-Calais zu Aniche und Bully Grenay; im Departement Seine zu Asnière; im Departement Main et Loire; dann zu Havre, Dieppe, Brest, St. Nazaire, Nantes und endlich 2 Fabriken zu Caen.

Die Production beläuft sich jetzt auf weit über eine Million Tonnen und findet der Verbrauch meistens zum Heizen auf Dampfschiffen und von Locomotiven statt. Die verarbeitete Kohle ist meist inländischen Ursprunges, bis auf die in den Küstenstädten, welche fast ausschließlich ihren Bedarf aus Südwales in England beziehen. Die der Gesellschaft Grande-Combe in Marseille gehörige Fabrik macht die Briquettes aus Braunkohle.

Italien besitzt mehrere Fabriken zu Genua, Neapel und Livorno und verarbeitet nur englische Kohlen. Seine Production besteht in ungefähr 150.000 Tonnen.

Oesterreich hat Fabriken zu Ostrau und Rossitz in Mähren, Brandeisl in Böhmen und zu Fünfkirchen und Reschitza in Ungarn, seine Production wird über 250.000 Tonnen betragen.

Digitized by Google

Rußland hat eine Fabrik mit ungefähr 100.000 Tonnen Production.

Schweden hat ebenfalls eine Fabrik mit 100.000 Tonnen Production.

Spanien hat Fabriken zu Barruelo im Santullar-Thale, Besitzer der Crédit Mobilier, dann zu Osto in der Provinz Valencia der Gesellschaft Esperanza de Reinoso gehörig, und zu Carbayen bei Ovido im Besitze der Société honilléire des Asturies, welche ungefähr 150.000 Tonnen produciren.

Die Gesammt-Production Europas an Briquettes wird sich daher jetzt auf ungefähr 3 Millionen Tonnen belaufen.

IV.

Allgemeine Idee der Fabrikation, Eigenschaften guter Steinkohlen-Briquettes.

Die Idee, der staubförmigen Steinkohle mit Hilfe verschiedener bindenden Substanzen einen Zusammenhang zu verleihen und ein vorzügliches Brennmaterial durch Verbindung von Substanzen geringeren Werthes herzustellen, wurde die Veranlassung zu einer umfangreichen und blühenden Industrie, welche sich über den größten Theil der betriebsfähigen Kohlengruben Belgiens und Frankreichs verbreitet hat.

Die Steinkohlen-Gewinnung dieser Länder theilt sich in drei Kategorien:

1. In die Gaillette oder Stückkohle, welche aus Stücken von bedeutender Größe besteht;

Digitized by Google

2. In die Gailleterie, welche unserer Würfelkohle entspricht und aus weniger umfangreichen Stücken als die Stückkohle besteht.

3. endlich in der Menu, unter welcher wir die Klein- oder Staubkohle und den Steinkohlengrus verstehen.

Die Kohlen der beiden ersten Kategorien bilden ungefähr den dritten Theil der Gesammtförderung. Die Staubkohle hingegen, welche die übrigen zwei Dritttheile der Production bildet, hat wenige Absatzquellen, und da dieselbe oft nur mit Schiefer vermengt gewonnen wird, so muß sie von einer Anzahl industrieller Unternehmungen ausgeschlossen bleiben.

Mit einer backenden und bindenden Substanz durch Druck verbunden, bilden nun die Kleinkohlen ein billiges Brennmaterial, welches nicht nur die meisten der Bedingnisse, die man an Coaks und Würfelkohle stellt, erfüllt, sondern auch noch mannigfache Vortheile vor demselben voraus hat. Da sie in regelmäßigen Stücken geformt sind, bietet ein derartiges Product vorzüglich der Marine und den Locomotiven, durch eine Raumersparniß von wenigstens 10 Percent, sehr erhebliche Vortheile. Da es sich, ohne Veränderung zu erleiden, durch Jahre aufbewahren läßt, ohne seine volle Heizkraft auch nur in etwas einzubüßen, so gewährt es einen großen Vortheil vor der gewöhnlichen Steinkohle, namentlich bei der Aufspeicherung in den Arsenalen, in denen bisweilen große Vorräthe zur Aufbewahrung kommen. Es verträgt ohne Nachtheil weite Transporte und wiederholte Umladungen, ersetzt vortheilhaft den Coaks, wo es bei einem gleichen Heizeffect eine Preisersparniß von wenigstens 25 Percent gewährt, wie wir bei den Brennversuchen bei der Locomotiv-Feuerung auf Seite 5 gesehen haben.

Digitized by Google

Eine mehr als 25jährige Erfahrung hat die Ueberlegenheit der Briquettes den Kohlen gegenüber, bei Anwendung derselben bei dem Eisenbahn- und Seeschifffahrtsdienst bewährt.

Neuere und zahlreiche Versuche haben die Anwendung der Briquettes beim Puddeln, beim Eisenguß, beim Hochofenbetrieb und bei den metallurgischen Processen im Allgemeinen möglich erscheinen lassen, wodurch unzweifelhaft neue Absatzquellen diesen Brennstoffen sich eröffnen werden.

Was nun die Eigenschaften guter Steinkohlen-Briquettes betrifft, so verlangt man von ihnen eine eben so große Festigkeit als von den natürlichen Steinkohlen, die man aber nur erreichen kann, wenn der Pechzusatz nicht unter 5 Percent genommen wird und der beim Pressen angewendete Druck sehr bedeutend war.

Das specifische Gewicht ist in Frankreich 1·19 bis 1·20 zu Pise; 1·33 bei der Evrard-Presse zu La Chazotte; 1·25 bei der Révollier-Presse zu Anzin; zu Charleroy in Belgien bei der Middleton-Presse 1·284 bis 1·331 und bei der Evrard-Presse 1·36. In England ist es bei Wylam's Patent 1·10, Lyon's Patent 1·13, Bell's Patent 1·14 und bei Warlich's Patent 1·15.

Es ist von Wichtigkeit, daß der Heizer die Kohlensteine nicht erst zu zerschlagen braucht, sondern daß er dieselben ganz auf den Rost werfen kann, daher ihr Gewicht höchstens 10 Kilogramm betragen darf. Für den Gebrauch zu Lande ist die Form gleichgiltig; für den Seegebrauch aber von großer Bedeutung, denn bei dem Verstauen in den Schiffsraum müssen sie lagerhaft sein, um fest darin zu liegen und ihn gut auszufüllen.

Die französische Kriegsmarine rechnet auf 1 Kubikmeter Stauraum 820 Kilogramm Briquettes von Anzin, das ist

Digitized by Google

10 Percent mehr als bei Stückkohle und dabei einen Verlust durch Transportzerkleinerung von nur 1 bis 2 Percent, während er für harte Waleskohlen 30, für Newkastlekohlen bis 50 Percent bei stürmischem Wetter und nur bis in's Mittelmeer gerechnet, ist. Durch diese Zerkleinerung büßt aber die Steinkohle 20 bis 30 Percent an Heizwerth ein, während bei guten Briquettes durch den Transport keine Zerkleinerung eintritt.

Die Verwaltung der französischen Marine und übereinstimmend damit die der belgischen Staatsbahnen verlangt von ihren Briquette-Lieferanten im wesentlichen die Einhaltung folgender Bedingungen:

1. Die Briquettes müssen hartklingend, gleichartig, wenig die Feuchtigkeit anziehend, sowie fast geruchlos sein.

2. Sie müssen aus Steinkohlengrus der besten Qualität dargestellt und mit Sorgfalt gewaschen sein.

3. Das Gewicht muß 9 bis 10 Kilogramm betragen, darf letzteres aber nicht übersteigen.

4. Auf keinen Fall darf die beim Transport der Briquettes durch Bruch entstehende zerbröckelte Kohle 5 Percent überschreiten.

5. Die mittlere Dichtigkeit der Kohlensteine darf nicht weniger als 1·19 betragen.

6. Die Briquettes müssen sich leicht entzünden lassen und mit einer starken, lebhaften Flamme brennen, ohne im Feuer zu zerfallen, dabei aber nur einen grauen und leichten Rauch entwickeln.

7. Ihre Verdampfungsfähigkeit per Kilogramm Brennmaterial darf den von der Administration bezeichneten Kohlen nicht nachstehen, die Asche endlich, welche die Briquettes zurücklassen, nicht mehr als höchstens 9 Percent des Brennmaterials selbst betragen.

Digitized by Google

8. Briquettes müssen 8 Percent Hartpech, brai sec, enthalten.

Die Ermittlung dieses letzteren geschieht nach einer von der Admiralität angegebenen Probe, indem das Pech mit Schwefel-Kohlenstoff ausgezogen wird, und aus der Gewichtsdifferenz, welche der ungelöste Rückstand ergiebt, wird der Percentsatz des Pechs ermittelt.

Die Haupteigenschaft guter Briquettes ist aber ihr hoher, immer gleichbleibender Heizwerth.

Nach chemischen Analysen und den praktischen Versuchen stellen sich die verschiedenen Briquettes wie folgt:

Die Kohlensteine von La Chazotte haben bei 80 Percent Kohlenstoff, 16·5 Percent flüchtige Bestandtheile und 2·5 Percent Asche einen um 10 Percent höheren Heizeffect, als die beste Dampfkohle von Cardiff.

Die englischen »Patent-fuel« haben ebenfalls große Heizwerthe, so verdampfen z. B. 3 Pfund von Warlich's Patent 10·36 Pfund Wasser; Lyon's Patent 9·58; Wylam's Patent 8·92 und Bell's Patent 8·53 Pfund Wasser.

Dagegen verdampft 1 Pfund der besten Südwales-Dampfkohlen nur wie folgt: Pewels Duffryn 10·14 Pfund Wasser; Ebbw. Vale 10·21; Thomas Merthyr 10·16; Nixon's Merthyr 9·96 Pfund Wasser.

Digitized by Google

V.

Das Rohmaterial zur Briquette-Fabrikation.

Mit Ausnahme der Provinz Sachsen, dann Marseille in Frankreich und Brühl in der Rheinprovinz, an welchen Orten Braunkohlen verwendet werden, dient als Rohmaterial zur Briquette-Fabrikation nur noch ausschließlich Steinkohlengrus oder Feinkohle. Zum Hausgebrauch dient in Paris ein von Ebelwen beschriebenes Brennmaterial, Charbon de Paris, das aus allerlei Brennstoff-Abfällen, namentlich Holzkohlenlösche, Sägemehl, Coakskläre, Torfgrus u. s. w. erzeugt wird. Coakslösche wurde früher in Belgien auf der Eisenhütte zu Marcinelle bei Charleroy mit Pech zu Briquettes verarbeitet. Der Grus von Anthracitkohle in Südwales, dann die mageren Kohlen im mittleren Frankreich, sowie die Kleinkohle aus der Umgegend von Charleroy waren die ersten Steinkohlen, die zur Briquette-Fabrikation angewendet wurden.

Diese mageren Kohlen von Basse-Sombre in Frankreich und Charleroy in Belgien kommen nur mit Pech zur Verarbeitung. Zur Fabrikation ohne Bindemittel kommen nur die fetten Kohlen nach dem Verfahren von Bessemer und Anderen zur Verwendung, weil bei ihnen schon zwischen 200 und 300 Grad C. das darin enthaltene Bitumen zum Schmelzen gebracht wird und bei 400 Grad C. die Kohlen selbst teigartig und klebend werden, so daß sie sich formen lassen.

Man hat also nun namentlich zwei Punkte zu beobachten, und zwar zunächst die Auswahl der verschiedenen

Digitized by Google

Sorten von Steinkohlen, welche sich zur Fabrikation der Briquettes eignen, und ferner die Prüfung der Reinigungsmethoden, welchen sie unterworfen werden müssen, um fremde Substanzen, vorzüglich Schiefer, mit denen sie immer verunreinigt sind, daraus zu entfernen.

Zur Briquette-Fabrikation eignen sich unter gewissen Voraussetzungen sämmtliche Kohlensorten.

Wie wir schon oben gesagt haben, kann bei den fetten Kohlen der Zusatz einer bindenden Materie ganz gespart werden, da die Kleinkohlen-Fragmente dieser Kohlengattung vermöge ihres Bitumengehaltes in höherer Temperatur die Neigung besitzen, sich mit einander zu verbinden. Diese Eigenschaft nimmt aber in dem Maße ab, als die Qualität der Kohlen sich veringert, bis sie endlich bei den mageren Steinkohlen beinahe ganz verschwindet. . . .

Bei den mageren Kohlen handelt es sich nun darum, das richtige Verhältniß der bindenden Substanz bei ihnen herzustellen, um die Cohäsion der einzelnen Kohlenpartikel, welche schwer zu verbinden sind, zu bewirken.

Auf den ersten Blick erscheint dieser Umstand ziemlich unwesentlich, da die mageren und halbfetten Steinkohlen einen Handelswerth im Verhältniß wie 1 zu 2 besitzen, das Bitumen aber, welches dem Brennstoff zugeführt wird, nicht nur die Rolle der bindenden Substanz spielt, sondern selbst ein Brennstoff von hohem Werthe ist, dessen Heizeffect sich wie 7 zu 4 zu dem der Steinkohle verhält.

Es sind aber bei der Briquette-Industrie auch noch andere Grundsätze im Auge zu behalten; so bedingt z. B. der Gebrauch einer zu großen Menge von Bitumen als lästige Unannehmlichkeiten den unangenehmen Geruch und die starke Rauchentwickelung, welche die Briquettes bei der Verbrennung zeigen.

Digitized by Google

Gewöhnlich wendet man eine Mischung an von einem Theil fetter Steinkohlen und drei Theilen magerer; die Fortschritte der letzten Jahre in der Briquette-Fabrikation haben indeß in der Zusatzmenge der verschiedenen Sorten Steinkohle bedeutende Aenderungen herbeigeführt, deren Nothwendigkeit wir weiter unten bei der Betrachtung der Methode und Apparate ersehen werden.

Die Reinheit der Kohle, welche zur Verwendung gelangt, ist die wesentlichste Grundbedingung in der Briquette-Fabrikation.

Unumgänglich nothwendig ist daher, die Kohle von dem Schiefer und Schwefelkies, mit denen sie beinahe stets verunreinigt ist, zu scheiden, um dadurch die Aschenbildung auf das geringste Maß zurückzuführen. Wir kommen weiter unten auf diese Reinigung der Kohlen noch ausführlich zurück.

Es gilt als Regel, daß das zur Verarbeitung gelangende Kohlenklein eine gewisse Korngröße nicht übersteigen darf, wenn es mit dem Bindemittel gut gemengt und dicht gepreßt werden soll.

Als höchste Grenze gilt auf der Fabrik zu Sarts-au-Berleur bei Lüttich eine Korngröße von 7 Millimetern, während in der Basse-Sambre und in der Gegend von Charleroy eine Korngröße von 5 bis 6 Millimeter Gebrauch ist. Es muß daher alle Kohle, die größer ist, künstlich zerkleinert werden, was theils zwischen Quetschwalzen, theils in Schleudermühlen geschieht. Zu Marcinelle, Couillet u. a. O. in Belgien wird die Carr'sche Schleudermühle zu diesem Zwecke benutzt, die nebstbei aber gleichzeitig zur Zerkleinerung des Hartpechs dient. Eine solche Maschine verarbeitet stündlich 5 Tonnen Steinkohlen bei 400 Umdrehungen in der Minute mit einer Kraft von 10 Pferden. In seine

Digitized by Google

heutige Gestalt ist dieser Apparat durch die Verbesserungen von Haurez & Co. in Monceau-sur-Sambre gebracht worden.

Die Kleinkohle hat fast ohne Ausnahme einen größeren Aschengehalt als die Stückkohle, weil die erstere durch die Schramberge von der Kohlengewinnung in der Grube verunreinigt ist, während die Stückkohle in reinerem Zustande von dem Kohlenrütter kommt. Für den Heizwerth der Briquettes kommt nun die Frage in Betracht, wie weit ein Aschengehalt ohne Nachtheil für den Heizwerth der Briquettes zulässig ist? Diese Frage muß dahin beantwortet werden, daß Briquettes, die für den eigenen Bedarf bestimmt sind, oder die keinen weiten Transport zu erleiden haben, aschenreicher sein können als solche, die einen weiteren Transport durchmachen müssen. Die Transportkosten für die Asche müssen ja eben so gut bezahlt werden als der Brennstoff, und es ist daher der Nachtheil ein zweifacher, und zwar ist derselbe begründet im erhöhten Transportpreise und im geringeren Heizwerthe.

Der Uebelstand eines großen Aschengehaltes tritt noch mehr hervor bei Maschinen, die die Kohlensteine nicht nur verbrennen, sondern gleichzeitig, wie bei Locomotiven und Dampfschiffen, ihren Bedarf daran selbst mit sich führen müssen, da außer dem unnützen Gewichte auch durch die Asche der Stauraum beeinträchtigt ist. Aus diesen Gründen gestatten die Marinen und Staatsbahnen nur gewisse Maxima an Kohlenasche bei der Uebernahme von Briquettes. Die Kriegsmarine und die Gesellschaft der Messageries maritimes in Frankreich gestatten bei Briquettes noch 10 Percent Asche; die belgischen Staatsbahnen gestatten einen Aschengehalt von 7 Percent; von den französischen

Digitized by Google

Eisenbahnen gestatten Chemin de fer du Nord 6·5 Percent, Orleans und Lyon 7 Percent, Midi 7·5 Percent.

Dem Angeführten nach ist es also einleuchtend, daß aschenreiches Kohlenklein nur dann vortheilhaft verarbeitet werden kann, wenn sein Aschengehalt durch Aufbereitung wesentlich vermindert worden ist.

VI.

Die Aufbereitung der Steinkohlen.

Die Verunreinigungen der Steinkohlen bestehen meistens aus Schieferthon, Brandschiefer oder Schwefelkies und Gyps, welche in dünnen Streifchen und Blättern zwischen die Lamellen der Kohle eingelagert sind und oft ein beträchtliches Gewichtspercent derselben ausmachen.

Die aufbereitungsbedürftigen Kohlen haben oft einen Aschengehalt bis zu 25 Percent, ja, auf dem Oberhohndorfer Forst-Schachte bei Zwickau in Sachsen beträgt derselbe sogar 45 Percent. Uebrigens hat die Erfahrung gelehrt, daß der Aschengehalt in den Jahren des flotten Absatzes wegen unreinerer Förderung bedeutend steigt und sich erst wieder auf ein annehmbares Maß erniedrigt, als der Absatz zu stocken anfing und man der Concurrenz halber gezwungen war, reinere Waare auf den Markt zu liefern.

Die früheste Veranlassung, ihre Production durch mechanische Aufbereitung zu verbessern, hatten die Gruben, welche die unreinsten Kohlen haben. Schon im Jahre 1840 auf der Grube de la Bert im Allier-Depar-

Digitized by Google

tement in Frankreich wurde durch Baetmadoux die Aufbereitung eingeführt, später 1855 zu Bérard und Givors, im Jahre 1860 zu Pise, endlich 1866 von Lechâtelier zu Valenciennes in Belgien; in Deutschland auf Heinitzgrube bei Saarbrücken, bei Walderburg, bei Zwickau; in Mähren bei Teschen und Karwin.

Da aber anfangs die durch die Aufbereitung erzielten ökonomischen Resultate häufig ungenügend, die Anlagen aber meist viele Reparaturen erforderten, so suchte man diese Vorarbeit bald wieder los zu werden. Nur wo dies nicht möglich war, wie bei Zwickau und in Niederschlesien, sah man sich gezwungen, auf Verbesserungen nachzusinnen, welchem Umstande es zu verdanken ist, daß die Kohlenaufbereitung heute eine große Vollkommenheit erreicht hat. Ganz besonders hat sich um dieselbe C. Lührig in Zwickau großes Verdienst erworben, der nach seiner Construction Anlagen bei Zwickau, Walderburg, Gottesberg und zu Hörde einrichtete, welche ausgezeichnete Resultate gegeben haben.

Für die Setzmaschinen in Schlesien und Sachsen wurden 5 Korngrößen unter 6 Millimeter angenommen, während zu Hörde das Maximum 8 Millimeter betrug nebst Anwendung von Mittel- und Feinkorn-Setzkasten, von denen jeder in 14 Stunden 50 Tonnen Kohle aufarbeitete. Der Aschengehalt wurde mit den Lührig'schen Maschinen derart reducirt, daß er auf Hohndorfer Forstschacht nur mehr betrug für:

Grobkorn 5 bis 5·5 Percent, Klarkorn 4·55 bis 5·50 Percent, Staubkohle 5·75 bis 5·80 Percent.

Ferner auf Megramschacht bei Gottesberg in Niederschlesien für:

Grobkorn 6·35 Percent, Mittelkorn 5·27 Percent, Feinkorn 4·5 Percent,

Digitized by Google

dann zu Orzesche in Oberschlesien für:

Grobkorn und Mittelkorn von 6 bis 4 Millimeter 4·5 Percent, Feinkorn 5·6 bis 6 Percent;

endlich auf Hörder-Kohlenwerk für:

Mittelkorn 4·82 Percent, Feinkorn 4·73 Percent und für Korngrößen von 8 Millimeter 5·16 Percent, 6 Millimeter 5·64 Percent, 4 Millimeter 5·58 Percent, 3 Millimeter 5·37 Percent, 2 Millimeter 5·77 Percent und 1 Millimeter 3·50 Percent. Diese letzten Daten stammen aus den Jahren 1876 und 1877.

Man ersieht aus diesen Zahlen, daß man durch eine gute und nicht kostspielige Aufbereitung den Aschengehalt derart reduciren kann, um allen Ansprüchen der Briquette-Fabrikation zu genügen. Die Trennung der reinen Steinkohlentheile von den Bergen durch Windseparation oder nasse Aufbereitung ist im Allgemeinen eine leichte und wohlfeile Arbeit, weil der Abhub das geringere specifische Gewicht hat und von der Setzmaschine continuirlich ausgetragen werden kann, während die abzuscheidenden schweren Berge nach unten durch den Siebboden entleert werden.

Bei ihrer Ankunft auf dem Werke wird die Kohle auf einen Haufen geschüttet und mit Hilfe einer Schnecke bis auf die Höhe eines feinen Siebes gehoben, welches durch einen, an einer Achse befestigten cylinderförmig durchlöcherten Mantel gebildet wird. Durch die Drehung dieses Trommelsiebes werden die Kohlen nach zwei Größenkategorien in die Klejnkohle und die zurückbleibenden größeren Stücke geschieden.

Nachdem die Großkohle einer mechanischen Waschung oder Handscheidung unterworfen war, wird sie von zwei Paar übereinander befindlichen Walzen, von denen die erstere mit Vertiefungen, die zweite aber mit glatten Flächen ver-

Digitized by Google

sehen ist, fein zermalmt. Die so behandelte Kohle gewährt dann die gewünschte Reinheit. Die Kleinkohle aber, die durch die Oeffnungen des Siebes gefallen ist, muß also noch einer vollständigen Reinigung unterworfen werden, und dies geschieht entweder durch durchlöcherte Kolben oder durch den Apparat von Lührig in Zwickau, oder aber durch den Apparat von Megnier und Bérard. Der letztere liefert neben dem vollkommensten Ineinandergreifen den Vortheil einer durchaus ununterbrochenen Thätigkeit.

Die Befürchtungen, welche die verwickelte Einrichtung dieses Apparates veranlaßte, haben sich durch die Erfahrung nicht bestätigt.

Die Reinigung roher Steinkohle kostete früher per 100 Kilogramm 0·077 Francs und mit Hilfe des Apparates Bérard nur 0·0379 Francs. Dieser Apparat verbraucht übrigens sehr wenig Wasser, 200 Liter auf die Tonne roher Kohle; in 10 Arbeitsstunden kann man mit Anwendung von vier Pferdekräften 70 bis 100 Tonnen Kohle waschen.

Da die aus der Aufbereitung hervorgehenden Waschkohlen mechanisch sehr viel Wasser aufgenommen haben, das, bevor sie zu Briquettes geformt werden, zuvor entfernt werden muß, so hat man zu dem Trocknen der Waschkohlen einige Apparate construirt, die hier eine Erwähnung finden sollen. Denn würden die Kohlensteine naß gepreßt, so würden sie Schieferstructur, rechtwinkelig zu der Richtung des Druckes, annehmen und leicht aufblättern, wodurch sie ihre Transportfähigkeit einbüßen.

Im Jahre 1876 wurde daher auf dem Herschelschachte bei Zwickau zum Abtrocknen und Entwässern der Fein- und Schlammkohlen ein durchlöchertes Becherwerk und ein großer Entwässerungsthurm eingerichtet, und eine solche Einrichtung auch zu Hörde in Betrieb gesetzt für alle Korngrößen über

Digitized by Google

1 Millimeter, deren Zweckmäßigkeit sich bisher auch bewährt hat.

P. Haurez zu Couillet in Belgien führte zu obigem Zwecke einen Exhaustor mit bis auf 500 Grad C. überhitztem Dampfe ein und kühlte das so getrocknete Material nachher wieder mit Luft. Da der Betrieb indessen zu kostspielig war, so ersetzte man 1868 diese Einrichtung durch einen Centrifugal-Apparat, die »Essoreuse Haurez«, welche von Haurez zu Marchienne, Erquelines, Anzin, Aniche und Belly-Grenay eingeführt wurde. Dieser Apparat, welcher wirksamer als der erste ist, trocknet 3 Tonnen nasse Waschkohlen in der Stunde bei einer jährlichen Reparatur-Ausgabe von 450 bis 500 Francs. Diese Reparaturkosten sind durch die Siebbleche an der Peripherie bedingt, die alle 6 bis 9 Monate ersetzt werden müssen.

Ein Trockenapparat für Braunkohlen mit überhitztem Dampf, der sich sehr gut bewährt, ist von L. Ramdohr in Halle construirt und patentirt. Derselbe wird von Gebrüder Sachsenberg in Roßlau a. d. Elbe ausgeführt. (Deutsches Reichspatent Nr. 4514.)

VII.

Die Bindemittel im Allgemeinen.

Bei der Auswahl eines Bindemittels für die kleinen Fragmente der Steinkohlen war naturgemäß die nächstliegende Idee die, dasjenige Bitumen, welches die Kohlen selbst enthalten und ihnen ihren Zusammenhang verleiht,

Digitized by Google

anzuwenden. Diese Substanzen, welche durch Destillation der Kohlen gewonnen werden, sind der Theer und das Pech.

Streng genommen, könnte sich die folgende Abhandlung also auf die Erörterung und Prüfung dieser Körper beschränken. Da aber die unaufhörlichen Fortschritte der Chemie dem Steinkohlentheer einen hohen Werth nach anderer Richtung hin verliehen, so sah sich die Briquette-Industrie dadurch veranlaßt, Surrogate für den Entgang des Theers aufzusuchen.

Der Vollständigkeit unseres Themas wegen, wollen wir alle die neuen Ideen und Vorschläge, die in dieser Hinsicht auftauchten, wenn auch nur kurz, historisch anführen, indem wir bei denjenigen, welche eine praktische Anwendung gefunden haben, länger verweilen, d. h. sie ausführlicher besprechen werden.

Vor 28 Jahren nahm Nollet, Professor der Chemie in Brüssel, ein Patent auf ein Verfahren der Briquettirung, welches sich auf vier Grundsätze basirte:

1. Auf die Molekular-Anziehung, vermöge welcher die Oberflächen aller festen Körper, wenn sie einander hinreichend genähert werden, eine mehr oder weniger starke Adhäsion zeigen.

2. Auf die Anwendung klebriger Stoffe, welche die Bindung erleichtern.

3. Das dritte Princip beruht auf der Eigenschaft gewisser brennbarer Elemente, wenn sie mit festen oder flüssigen Körpern vereint sind, Gase zu entbinden, sei es nun durch die Wirkung der Wärme allein, sei es, durch diese unterstützt von einem chemischen Agens, um auf diese Weise eine gewisse Quantität Sauerstoff frei zu machen, welche die Verbindung wasserstoff- oder kohlenstoffreicher Substanzen

Digitized by Google

erhöht, gleichzeitig aber dabei den unangenehmen Rauch und Geruch beseitigt.

4. Endlich auf dem vierten Princip, welches auf der Fähigkeit kohlen- und wasserstoffreicher Substanzen beruht, daß sie Körper, welchen diese Elemente fehlen, leichter verbrennlich machen.

Die Anwendung dieser Grundsätze auf den vorliegenden Gegenstand ist nun die folgende:

1. Der Steinkohlengrus kann, namentlich wenn er angefeuchtet ist, schon durch die physikalische Wirkung zu einer größeren zusammenhängenden Masse vereinigt werden. Wir haben von Evrard, Director des Werkes von La Chazotte, einen Apparat, den wir weiter unten beschreiben, wodurch anthracitartige Kohlen, die in reinem Zustande 81 Percent Kohle, 16·5 Percent flüchtige Bestandtheile und 2·5 Percent Asche enthalten, durch starken Druck bis auf die Hälfte ihres Volumens zusammengedrückt werden können. Diese Art Briquette-Fabrikation ist aber nur dort möglich, wo die Briquettes schnell im Orte selbst verbraucht werden und keine weiten, mit Umladungen verbundenen Transporte ertragen müssen.

Durch Anwendung eines überhitzten Dampfstromes von 200 bis 300 Grad C. kann das in den natürlichen Kohlen enthaltene Bitumen zum Schmelzen gebracht werden. Bei 400 Grad C. werden die fetten Kohlen teigartig und klebend, so zwar, daß sie sich formen lassen. Sie liefern dann ohne irgend einen Zusatz durch die alleinige Wirkung des mechanischen Druckes sehr feste Briquettes.

2. Das zweite Princip beruht in der Anwendung von Bindemitteln dreifacher Beschaffenheit, nämlich fetter, seifiger und harziger. Die fetten Bindemittel umfassen die gewöhnlichen vegetabilischen und animalischen Oele und

Digitized by Google

Fette, welche entweder bei gewöhnlicher Temperatur, schon flüssig sind oder durch erhöhte Temperatur flüssig gemacht werden müssen. Diese Substanzen fanden in den verschiedensten Verhältnissen Anwendung, haben jedoch zu keinem befriedigenden Resultate geführt, da die erhaltenen Producte zu wenig Zusammenhang hatten.

Werden diese Fette jedoch mit Alkalien verseift und als Seifen derart in Wasser aufgelöst, daß die Flüssigkeit eine Schwere von 5 bis 6 Grad B. = 1·04 bis 1·05 specifisches Gewicht hatte, so bilden sie allerdings Bindemittel, welche bessere Resultate als die vorhergehenden gewähren, aber nichtsdestoweniger in ökonomischer Beziehung viel zu wünschen übrig lassen.

Auf die harzartigen Bindemittel, als: Asphalt, Theer, Mineralöle, weiches und hartes Pech, kommen wir später ihrer Wichtigkeit wegen noch zur eingehenden Besprechung zurück.

3. Das dritte Princip beruht auf einer chemischen Wirkung. Als Elemente, welche eine leichte Verbrennung unterstützen, könnte die Briquette-Fabrikation folgende Stoffe benützen, welche entweder durch die directe Wirkung der Wärme oder durch die Wärme-Entwickelung eines chemischen Processes verbrennen.

Die Sauerstoff abgebenden, also oxydirenden Substanzen, wie: Salpeter, chlorsaures Kali, der Braunstein, befördern die Verbrennung und entzünden die wasserstoffhaltigen Materien, welche das Bestreben haben, sich als Rauch zu verflüchtigen. Setzt man diesen Beimengungen ein flüssiges Alkali, wie gelöschten Kalk, Potasche oder Soda zu, so soll ihre Wirksamkeit bedeutend gesteigert werden. Setzt man den Mineralölen des Bitumens 1 bis 5 Percent Salpetersäure

Digitized by Google

oder übermangansaures Kali zu, so bewirkt man eine rauch- und geruchlose Verbrennung.

4. Das vierte Princip besteht in der Anwendung von wasserstoff- und kohlenstoffhaltigen Materien.

Alle gelatinösen leimenden Substanzen liefern, wenn sie in Wasser aufgelöst sind, sehr wirksame Bindemittel. Ihrer Anwendung steht nur der übermäßige Rauch und der empyreumatische Geruch, den sie beim Verbrennen entwickeln, sehr im Wege. Wenn man übrigens diese Substanzen statt in reinem Wasser in Potasche oder in Sodalösung auflöst, verschwinden diese angeführten Uebelstände. Nur müssen diese alkalischen Lösungen mindestens die Hälfte der angewendeten Leimmenge betragen. Werden so präparirte Bindemittel außerdem noch mit harzigen Materien vermengt, so ertheilen sie der Kohle viel Zusammenhang und Brennbarkeit.

Alle Getreidearten und Hülsenfrüchte liefern pflanzenschleimhaltende Bindemittel, ebenso Decocte von Flechten. Alle diese Substanzen werden in kaltem oder heißem, reinem oder alkalischem Wasser angerührt. Setzt man an Stelle des Alkalis einige Percente Schwefelsäure, so wird das Stärkemehl in Dextrin übergeführt. Auch das Rösten des Stärkemehles führt dasselbe in Dextrin über.

Setzt man obigen Bindemitteln noch etwa 20 Percent harziger Stoffe zu, so werden sie noch besser ihrem Zwecke entsprechen.

Oelkuchen von Raps, Mohnsamen, Hanfsamen, Rübsamen und anderen ölhältigen Samen sind in diese Classe von Bindemitteln zu rechnen. Mollet will durch Behandeln von 4 Theilen Leinölkuchen mit 2 Theilen kaustischer Lauge von 1·2 specifischem Gewichte einen compacten Teig erhalten haben, welcher, in 100 Theilen Wasser gelöst, ein sehr kräftiges Bindemittel für fette Kohle geliefert haben soll.

Digitized by Google

Piddington & Co. nahmen am 13. Februar 1858 ein Patent auf die Anwendung verdorbenen Roggenmehles im Teigzustande. Nach diesem sollen 24 bis 36 Pfund dieses Körpers mit 7 bis 8 Percent Wasser angefeuchtet, genügen, um eine Tonne Steinkohle zu Briquettes zu verarbeiten. Dieses Bindemittel soll nach der Versicherung der Patentträger eine solche Cohäsion der Kohlen im Feuer hervorbringen, daß der Kohlenziegel während der Verbrennung sich in Coaks verwandeln soll.

Man empfiehlt auch die stärkemehlhaltigen Körper mit Harzseifen oder aber mit gepulvertem Harze zu verbinden. Diese Bindemittel sind übrigens alle sehr hygroskopisch, welchen Uebelstand man aber durch einen geringen Zusatz von Alaun leicht beseitigen kann.

Alle diese vorangeführten Vorschläge fanden nur locale Anwendung, die nachfolgenden Auseinandersetzungen werden nun eingehend diejenigen Methoden der Briquette-Fabrikation behandeln, welche in das Gebiet der vollendeten Thatsachen übergegangen sind.

VIII.

Die Briquette-Fabrikation ohne Bindemittel.

Adhäsion. Wir haben im letzten Capitel erwähnt, daß Evrard durch starken Druck in Pressen versuchte, die Kohlensteine derart adhärirend zu machen, daß sie Briquettes bildeten. Bis zu einem gewissen Grade gelang ihm dies auch; die Briquettes blieben aber bröckelig und zerfielen bei weiterem Transporte. Auch Buckwell ließ sich dasselbe

Digitized by Google

Verfahren für England patentiren, jedoch ohne besseren Erfolg. Frall's hat sich in Deutschland einen »Apparat zur Bereitung von Briquettes durch Trocknen und Pressen von Brennmaterial klein in luftverdünntem Raume« patentiren lassen. Der Erfinder scheint die Adhäsion anzuwenden, das Hauptgewicht aber auf die Luftverdünnung zu legen, um durch dieselbe die den Oberflächen der Kohlentheilchen anhaftende Luft zu entfernen und so eine bessere Adhäsion der Flächen zu bewirken. Da das Patent neuesten Datums ist, so hat man über dessen praktischen Werth noch keine Nachricht.

Erwärmung und Erweichung. Auch über diese Methoden haben wir bereits berichtet und können hier nur kurz wiederholen, daß Buckwell das Verfahren aufgeben mußte, weil die Preßmaschinen zu sehr angegriffen wurden, und daß M. Bessemer's Verfahren wegen Kostspieligkeit aufgegeben werden mußte. Da aber das letzte Verfahren, wenn man eine gleichmäßigere und wohlfeilere Einrichtung, etwa durch überhitzten Dampf, herbeiführen könnte, noch eine Zukunft haben würde, so wollen wir dasselbe der Vollständigkeit halber hier anführen.

Bessemer erhitzte fette Staubkohle bis zum Erweichen und preßte sie hierauf. Zum Erhitzen wendete er einen langen Flammen- oder Retortenofen an, dessen Sohle ein 10 bis 12 Meter langer Kettentisch ohne Ende war. An dem kalten Ende wurde derselbe mit einer sehr dünnen Schichte bituminöser Staubkohle bedeckt, welche langsam der Feuerung entgegenrückte und an dem heißen Ende erweicht, also bis zum Beginne der Theer-Entwickelung, oder in Zahlen ausgedrückt, bis ungefähr 400 Grad C. erhitzt wurde. Die erweichten Kohlen wurden in Pressen mit offenen Formen gepreßt. Auch hier sollte noch eine Ver-

Digitized by Google

besserung stattfinden, indem man eine mit Wasser gekühlte Preßvorrichtung, welche von der Hitze nicht angegriffen wird, construiren müßte.

Erhitzung in geschlossenen Formen. Die Patente von Baroulier, Loup und Roche-la-Molière & Firminy haben wir bereits im zweiten Capitel behandelt und können sie, umsomehr, als sich diese Verfahren im praktischen Betriebe nicht erhalten konnten, hier füglich übergehen.

IX.

Die Briquette-Fabrikation mit Bindemittel.

Bisher setzte man dem Kohlenklein zweierlei Arten von Bindemitteln zu, und zwar organische und unorganische. Die ersteren sind verbrennlich, die letzteren nicht und vermehren daher den Aschengehalt. Da die organischen Bindemittel selbst verbrennen und dabei Wärme erzeugen, so ist es klar, daß dieselben für den Heizwerth der Briquettes vortheilhafter sein müssen als die unorganischen, aus einer unverbrennlichen Substanz bestehenden Bindemittel, die noch dazu den Raum einer brennbaren Substanz einnehmen und Wärme binden. Der Vortheil ist daher in technischer Beziehung entschieden bei den organischen Bindemitteln, und wird man unorganische nur in dem Falle wählen, als die Kosten der organischen Bindemittel das Product zu sehr vertheuern würden.

Digitized by Google

A. Organische Bindemittel.

Die am meisten zur Anwendung kommenden organischen Bindemittel sind der Theer, das weiche und harte Pech.

Steinkohlentheer, goudron. Schon im Jahre 1832 wurde von Marsais und Ferrand in Frankreich der Steinkohlentheer als Bindemittel angewendet, später von Warlich durch die Patentfuel-Company zu Swansea in England. Diese Gesellschaft hatte 1848 ihre erste Fabrik bei Newcastle und eine spätere in Sheffield gegründet, wurde aber von beiden Orten wegen des Gestankes, den sie beim Dörren der Kohlensteine zur Austreibung der flüchtigen Oele verursachte, vertrieben und errichtete 1853 neuerdings die Fabrik zu Swansea in Süd-Wales, wohin sie den Gastheer von den Gasanstalten in London und Dublin zu Schiffe bezog.

Die Gesellschaft »Grand-Combe« bei Marseile, sowie Morin & Co. zu Givors und die Gasanstalt »Vilette« zur Darstellung des Charbon-de-Paris benützten ebenfalls Steinkohlentheer. In Belgien war er nur anfänglich zu Lodelin bei Charleroy im Gebrauche. Die mit Theer dargestellten Briquettes blieben zu weich und wurden deshalb in besonderen Darrkammern getrocknet, was, wie schon oben bemerkt, wegen des sich dabei entwickelnden unausstehlichen Gestankes viele Unzuträglichkeiten hatte. Mit Ausnahme von St. Etienne, welches Theer aus den Cokereien von Latrade & Co. zu den Briquettes verwendete, war der in den übrigen Briquette-Fabriken angewendete Theer fast ausschließlich Theer aus den Gasanstalten.

Die Anwendung des reinen Gastheeres hat in der Briquette-Fabrikation nur eine vorübergehende Bedeutung

Digitized by Google

gewinnen können und ist deren Anführung hier nur von historischem Interesse. Trotzdem wollen wir, da die Methode der Briquette-Fabrikation mittelst Gastheers noch wesentlicher Verbesserungen fähig ist und unter Umständen billiger werden kann als die anderen Verfahrungsarten bei Anwendung von Pech, dieselbe flüchtig beschreiben.

Der Theer gelangt durch die Eisenbahn in das Innere des Werkes und wird in rechtwinkeligen Reservoiren von Eisenblech, die von allen Seiten geschlossen sind, aufbewahrt. Diese Gefäße sind an ihrer oberen Wandung mit einem Loch und Spund versehen, den man nach Belieben mit Hilfe von Bolzen schließen kann. Aus diesen Gefäßen wird der Theer in Cisternen gepumpt, welche als Ansammlungs-Reservoir dienen. Im Winter ist es unerläßlich, den abgehenden Dampf der Dampfmaschine mittelst eiserner Rohrleitung in das Innere dieser Cisternen zu leiten, um den Theer genügend dünnflüssig zu erhalten.

Die Dampfpumpe hebt den Theer aus diesen Cisternen in ein Gefäß, welches sich über einer Feuerung an dem einen Ende des Mischapparates befindet.

Die Mischung der Steinkohle mit dem Theer geht in einem cylindrischen Mantel von Eisenblech vor sich, der sich horizontal auf einer gemauerten Unterlage befindet. Seiner ganzen Länge nach geht durch den Mischapparat eine durch die Dampfmaschine bewegte Welle mit einer Schnecke, welche die Aufgabe hat, die Mischung zu durchschneiden. Der normale Gang dieses Apparates erfordert also drei gleichzeitige Bewegungen. Die erste, welche die Umdrehung der Schnecke bewirkt, die zweite, welche das Paternosterwerk zum Zuführen der Kohle in Bewegung setzt, die dritte endlich regelt die Vertheilung des Theers in den erforderlichen Verhältnissen.

Digitized by Google

Die Vorrichtung, welche zur Vertheilung des Theers dient, beruht auf dem Princip des Schöpfrades und besteht aus vier auf einer hohlen Achse befindlichen und an ihrem Ende leicht umgebogenen Röhrchen, welche sich bei Umdrehung der Hohlwelle, dieser Bewegung folgend, eines nach dem andern in den Theer eintauchen. Es füllen sich somit bei jeder Umdrehung die Röhrchen mit Theer, welcher dadurch in das Innere der hohlen Achse gelangt, von wo er in den Trichter und von dort endlich nach dem Mischer fließt.

Wenn die Kohle und der Theer durch Mischung eine genügende Plasticität erhalten haben, werden sie in die Compressionsmaschine gebracht, die sie zu regelmäßigen rechteckigen Stücken formt. Aus der Presse kommen die Ziegel auf die Wagen, welche im wesentlichen aus einem rechteckig prismatischen Gestelle aus Stabeisen bestehen, das auf vier Rädern ruht.

Die Trockenkammern bestehen aus zwei flach überwölbten Seitenmauern, die beiden anderen schmalen Seiten werden der ganzen Breite nach durch Thüren gebildet.

Das Mauerwerk besteht aus feuerfesten Steinen. Die Züge führen derart in der Wandung des ganzen Ofens herum, daß die Flamme und der Rauch in den für die Briquettes bestimmten Raum nicht eindringen kann.

Auf der Sohle des Ofens befinden sich zwei parallele, eine Eisenbahn bildende Schienen, so zwar, daß die mit den Briquettes beladenen Wagen hineingefahren werden können.

Weichpech, brais gras. Wird der Rückstand bei der Destillation des Steinkohlentheers nur bis auf 175 Grad C. erhitzt, so gewinnt man das Weichpech nach englischer Fabrikationsart. Die französischen Fabriken destilliren zur Erhaltung des Weichpechs bis auf 200 Grad C. Viele Fabriken

Digitized by Google

in Belgien, welche mit Middleton-Pressen arbeiten, kaufen Hartpech und machen durch Zusatz von $^2/_9$ Rohtheer in den Schmelzkesseln Weichpech daraus. Nach Danvers Patent wird in der Fabrik der London and Provincial Consolitaded Coal Company zu Hammersmith bei London durch Mengung von 90 Pfund Hartpech mit 3 Gallonen Theer Weichpech erzeugt.

Heute machen von Weichpech nur mehr die Fabriken zu Sauwartan und Gosselies, sowie die zu Givors, sämmtlich mit Evrard-Pressen arbeitend, Gebrauch; sie setzen 7 bis 8 Percent zu den Waschkohlen zu. Die damit fabricirten Briquettes brennen mit Rauch.

Auch bei dem Weichpech können wir flüchtig vorübergehen und nur den Apparat, wie er auf dem Werke von Gosselies arbeitet, unseren Lesern etwas deutlicher machen.

Von wesentlicher Bedeutung ist bei dieser Fabrikation, daß der Teig, welcher der Zusammenpressung unterworfen werden soll, einen hohen Grad von Plasticität besitze und daß dieser Zweck nicht etwa durch percentische Steigerung des Pechzusatzes, sondern auf billigere Weise erreicht werde, indem man möglichst vollkommen die Kohle erhitzt und das geschmolzene Pech ohne jede weitere Abkühlung nach dem Mischer führt.

Das Werk von Gosselies hat zu diesem Behufe folgende Einrichtungen:

1. Einen Ofen zum Erhitzen der Kohlen;

2. einen Apparat, der zum Zwecke hat, das geschmolzene Pech rasch durch heiße Röhren in alle Theile des Werkes zu treiben;

3. ein Reservoir und einen Vertheiler des geschmolzenen Peches;

4. einen horizontalen Mischer;

Digitized by Google

5. Ein verticales Rührwerk, welches bestimmt ist, die Mischung zu vollenden.

Der Wärmeofen für die Kohlen unterscheidet sich nicht wesentlich von den bereits bekannten Mischern.

Er besteht aus einem cylindrischen Mantel von 1 Meter Durchmesser und 20 Meter Länge, unter welchem eine die ganze Oberfläche erwärmende Feuerung angebracht ist.

Die Erhitzung der Kohlen wird durch gespannte Dämpfe bewerkstelligt, die Kohle rollt von dem Lagerplatze aus selbst in einen Trichter und damit verbundenen verticalen Cylinder, welcher mit einem Dampfmantel umgeben ist.

Eine mit Flügeln versehene Welle bewegt sich in dem Cylinder. Die innere Cylinderwandung ist mit einer Menge kleiner Löcher versehen, welche den Dampfzutritt aus dem Mantel in dem inneren Raum vermitteln, wodurch eine Erhitzung der Kohle bewerkstelligt wird.

Nachdem die so vorbereitete Kohle auf eine Drehscheibe gefallen ist, ergreifen sie eine Anzahl Schaufeln, führen sie in die Kästen eines Paternosterwerkes, von dem sie schließlich in den Mischer gebracht werden.

Der Apparat ist in der Nähe der Kessel angebracht und führt das Pech nach allen Richtungen des Werkes; er erinnert durch seine Construction lebhaft an die Montjus der Zuckerfabriken. Man ist durch diesen Apparat im Stande, das geschmolzene Pech nach jeder beliebigen Entfernung und auf jede Höhe, die erforderlich ist, zu vertheilen. Die Idee, die der Construction dieses Apparates zugrunde liegt, besteht in Folgendem: In ein vollkommen geschlossenes Reservoir läßt man das geschmolzene Pech gelangen, übt auf die Oberfläche dieser Flüssigkeit einen Dampfdruck, welcher die letztere durch die stets erwärmten Röhren treibt. Die Röhren sind derart eingerichtet, daß man durch Hindurch-

Digitized by Google

strömung des Dampfes dieselben von dem stets sich anhängenden Peche befreien kann.

Auf die früher beschriebene Weise kommt nun das heiße Pech in einen offenen, mit einem Dampfmantel versehenen Behälter, der auf einem 6 Meter über dem Fußboden befindlichen Boden ruht, also in derselben Höhe mit dem oberen Theile der Preßmaschine sich befindet.

Der Vertheiler, welcher das Pech in dem Maße, als die Kohle ankommt, vertheilt, ist ober dem früher beschriebenen Behälter angebracht.

Die Zutheilung des geschmolzenen Peches zur Kohle wird durch eine Anzahl von Bechern bewirkt, die am Ende einer festen Stange angebracht sind, mit dem anderen Ende aber auf den Rändern des Behälters stehen. Eine zweite senkrechte Stange faßt die erstere bei einem Drittel ihrer Länge und veranlaßt durch eine gekröpfte Welle eine abwechselnd auf- und niedergehende Bewegung. Uebrigens können sich auch unabhängig hiervon die Becher um eine Aufhängungswelle miteinander drehen. Die Becher füllen sich beim Eintauchen durch den Druck eines Gegengewichtes, kippen darauf um und schütten ihren Inhalt in einen zu dem Mischer führenden Canal.

Wird einer der Becher nutzlos, so reicht es hin, ihn umzukehren, worauf er, unabhängig von der Stangenbewegung, zu wirken aufhört.

Die Bereitung der Mischung kann nur mit einer geringen Menge von Material auf einmal vorgenommen werden. Sie wird in einem cylindrischen Troge bewirkt, der eine Schnecke enthält und mit einem Dampfmantel umgeben ist.

Nach dieser ersten Manipulation fallen die gemischten Substanzen in einen verticalen Cylinder, der mit doppelten Wänden von 1 Meter Durchmesser und ebenfalls 1 Meter

Digitized by Google

Höhe versehen ist. Im Innern dieses Cylinders bewegt sich eine mit Flügeln versehene verticale Welle und vertheilt den Teig an die Preßmaschine.

Das Hartpech, brai sec, wird ebenfalls durch Destillation des Theeres gewonnen, nur muß die Hitze hierbei 240 Grad C. erreichen. Es ist jetzt fast ausschließlich an die Stelle des Steinkohlentheers und Weichpeches getreten. Die meisten belgischen und französischen Briquette-Fabriken arbeiten heute nur mehr mit Hartpech, und zwar werden durch einen Zusatz von 8 bis 10 Percent desselben die Briquettes fester und verbrennen mit kaum merklichem Rauch. Gutes Hartpech besteht aus:

75·32 Kohlenstoff, 8·19 Wasserstoff, 16·06 Sauerstoff und 0·43 Asche.

Es hat ein specifisches Gewicht von 1·275 bis 1·286, ist spröde und läßt sich in Schleudermühlen zu Staub zermalmen. Es wurde zuerst in England im Jahre 1843 angewendet und kam später im Jahre 1854 auch in Frankreich in Gebrauch. Zu Bouffioulx wurde es zuerst in Belgien eingeführt. Auch in Oesterreichisch-Schlesien und zu Fünfkirchen in Ungarn findet es Verwendung, und zwar soll sein Zusatz dort nur 4 Percent betragen.

In technischer Beziehung hat sich dieses Material bis jetzt als das beste Bindemittel bei der Briquette-Fabrikation erwiesen und nur sein täglich höher gehender Kostenpreis macht die Auffindung von Surrogaten an seiner Stelle wünschenswerth, und dies umsomehr, als die Briquette-Fabrikation noch in steter Zunahme begriffen ist.

Dextrin, Stärkegummi, ein Product aus der Stärke durch Einwirkung einer bis zu 160 Grad C. gesteigerten Wärme oder verdünnter Säuren oder des Diastas. Das für den technischen Verbrauch in den Handel kommende

Digitized by Google

Dextrin, wenn durch Erhitzen erzeugt, auch Leiokom oder Leiogomme genannt, ist gewöhnlich mehr oder weniger gefärbt, mehr oder weniger schmutzig und auch selten frei von löslicher Stärke und Stärkezucker. Es bildet mit einem gleichen Quantum Wasser gelöst, eine syrupdicke, blaßgelbliche Flüssigkeit.

Schon im Jahre 1858 ließ sich John Piddington Dextrin, das aus verdorbenem Roggenmehl gewonnen war, für die Briquette-Fabrikation als Bindemittel patentiren.

Riegels in Mährisch-Ostrau wendete 1863 zu demselben Zwecke Stärkekleister an. Die damit gemengten Kleinkohlen wurden auf einer Middleton-Presse geformt und in Darrkammern bis auf 120 Grad C. erhitzt und also getrocknet.

Von Barker zu Northfleet bei London wird seit 1865 Stärke zu gleichem Zwecke verwendet. Auf 1 Tonne Kohlensteine dienen als Bindemittel 8 Pfund Stärke, die in kaltem Wasser gelöst und unter Zusatz von 50 Litern kochenden Wassers und 40 Gramm Phenylsäure oder Creosot zur Behandlung kommt. Nach dem Pressen wurden die Kohlensteine durch 9 bis 12 Stunden bei 250 bis 300 Grad C. gedörrt und ergaben ein sehr gutes Brennmaterial.

Kartoffelmehl wurde im Jahre 1868 von Barker auf der Fabrik der London Patent Coal Company als Bindemittel verwendet. Die gepreßten und gedörrten Steine verdampften nach einer im Arsenal zu Woolwich vorgenommenen Probe per Pfund 9·98 Pfund Wasser, was als ein vorzüglicher Heizeffect zu betrachten ist.

Die London and Provincial Consolidated Coal Company arbeitet nach Danvers Patentfuel in der Fabrik zu Hammersmith bei London ebenfalls mit Stärke, und zwar kommen 5 Pfund Stärke und 5 Pfund Gyps und etwas Weichpech zur Verwendung. Die Mengung erfolgt heiß in einem

Digitized by Google

horizontalen Rohre, worauf die Masse in einer hydraulischen Bodmer-Presse bei 1000 Pfund auf den Quadratzoll Fläche zusammengepreßt wird und nach der Abkühlung sofort verbraucht werden kann, ohne daß Dörren nöthig ist.

Carraghen-Moos ließ sich neuerdings Rittler in Deutschland als Bindemittel zur Briquette-Fabrikation patentiren. Lichenin, Moosstärke, findet man im isländischen Moose und anderen verwandten Lichenen. Trocken ist es gelblich, in kaltem Wasser nur aufquellend, geruch- und geschmacklos. Im kochenden Wasser löst es sich vollständig zu einer schleimigen Flüssigkeit, welche erkaltet eine Gallerte (welche nicht leimt) darstellt; durch längeres Kochen wird die Fähigkeit der Gallertebildung zerstört. Durch Wärme kann die Gallerte in Dextrin umgewandelt werden, durch Einwirkung verdünnter Säuren geht es in Glycose über.

Pflanzeneiweiß ist theils im Safte, besonders aber in den Samen der Pflanzen enthalten, vereinigt mit Kleber und Pflanzenleim vorzugsweise in den Oelkuchen, welche Rückstände von dem Auspressen der Oelsamen, besonders von Raps oder Rübsen bilden.

Riegels wendete, wie schon früher angeführt wurde, im Jahre 1860 zu Reschitza im Banat Oelkuchen als Bindemittel für Briquettes an. Das Kohlenklein wurde mit 10 Percent zerkleinerten Oelkuchen naß gemengt, durch 24 Stunden lang gähren gelassen, hierauf zu Briquettes gepreßt, die schließlich in einem Ofen gedörrt wurden. Das Erhitzen der Briquettes hatte wohl nur den Zweck, das Wasser auszutreiben und das Eiweis zu coaguliren; denn die Absicht, die Pflanzenöle durch die Hitze zu verharzen, um ein compacteres Kohlenmaterial zu erhalten, dürfte wohl nicht in Erfüllung gegangen sein. Fette Oele werden durch Erhitzung nicht verharzt, sondern gehen in Fettsäuren über

Digitized by Google

und fangen bei einer gewissen Temperatur Feuer. Da Oelkuchen überdies als beliebtes Viehfutter nicht in größerer Menge für die Briquette-Fabrikation zur Verfügung stehen, so ist deren Anwendung nur von localer Bedeutung.

Thiereiweiß, Albumin, kommt in Gestalt dünner, zerbrochener, 0·5 bis 1·0 Millimeter dicker, spröde brechender gelblicher bis gelbgrauer Plättchen oder Tafeln in den Handel, ist im Wasser löslich und gerinnt beim Erhitzen. Bateman ließ sich dieses Bindemittel gemengt mit Kalk für England patentiren, dessen Anwendung wohl an seiner Kostspieligkeit gescheitert sein wird.

Seetang. Louis Soest & Co. in Düsseldorf empfahlen den Seetang im Zustande der Fäulniß als Bindemittel in der Briquette-Fabrikation. Die Pflanzenfaser, das Pflanzeneiweiß und der Pflanzenschleim, den derselbe enthält, könnte ihn zu einem Bindemittel der schlechtesten Sorte qualificiren, und die angestellten Versuche haben auch dargethan, daß die damit hergestellten Briquettes weder Festigkeit besaßen, noch der Nässe widerstehen konnten.

Cellulose, eine aus der Holzfaser dargestellte Papiermasse, wurde von Hilt auf Grube Neu-Laurweg bei Kohlscheid als Bindemittel zur Briquette-Fabrikation versucht. Nach dem deutschen Reichspatent Nr. 7590 wird die Holzfaser naß an rasch rotirenden Schleifsteinen zu einem feinen Filz zerrissen und dieses Material dann mit Aetznatron gekocht, um das Harz und das Pflanzeneiweiß daraus zu entfernen. Von dieser Substanz wurden dann 5 Percent im feuchten Zustande mit der Feinkohle gut vermengt und sodann bei 2—300 Atmosphären Druck gepreßt und getrocknet, zu Briquettes verarbeitet. Da dieselben indeß keine Nässe vertragen konnten, so versucht man noch durch Zugabe eines zweiten Bindemittels, z. B. 2 Percent Wasserglas oder

Digitized by Google

Steinkohlenpech, die Cellulose zu verarbeiten und dadurch gegen Nässe widerstandsfähiger zu machen. Ueber die Resultate wurde nichts veröffentlicht.

Andere organische Bindemittel, arabisches Gummi, Harz-, Pflanzen- und Thieröle, natürlicher Asphalt oder Judenpech, Marineleim, die für die Briquette-Fabrikation vorgeschlagen wurden, haben keine praktische Bedeutung erlangt.

Die Gewinnung des Hartpeches und die Fabrikation der Briquettes mit Hartpech. In Frankreich wird der Steinkohlentheer, aus dem, wie wir früher gesehen haben, das Hartpech erzeugt wird, bei der Darstellung von Coaks zu metallurgischen und Eisenbahnzwecken als Nebenproduct mit gewonnen. In Deutschland wird der Steinkohlentheer nur bei den Gasfabriken gewonnen, bei den Cokereien geht er gänzlich verloren. Ein Aehnliches ist in Oesterreich der Fall. Bei zweckentsprechender Einrichtung der Coaksöfen könnten dieselben 5 Percent Theerausbeute ergeben; man ersieht hieraus, welche große Quantitäten Theer in den beiden letztangeführten Ländern noch verloren gehen.

Cokerei mit Theergewinnung. C. Knab in St. Denis bei Paris war der Erste, der Coaksöfen mit Theergewinnung errichtete. Ursprünglich arbeitete Knab nur mit Sohlen- und Seitenheizung mit den Coaksofen-Gasen auf der Cokerei von Lebrun zu Commentry, und zwar seit dem Jahre 1856. Die zu Commentry früher üblichen Coaksöfen ohne Sohlenheizung gaben nur 54 bis 56 Percent, die Knab'schen dagegen über 62 Percent Coaksausbeute. Von der Société de Carbonisation de la Loire wurde eine großartige Anlage von 88 Knab'schen Oefen mit Theer-Condensation bei St. Etienne ausgeführt. Die dort

Digitized by Google

verarbeiteten Steinkohlen sind weiche Fettkohlen, die so aufbereitet werden, daß ihr Aschengehalt nicht mehr als 4 Percent beträgt, und die Anlage verarbeitet davon täglich 150 Tonnen. Die Oefen, die an beiden Enden offen sind, können mit großen Gußeisenthoren verschlossen werden. Der Herd ist 7 Meter lang, 2 Meter breit, der Gewölbsscheitel liegt 1 Meter über der nach einer Seite geneigten Herdsohle. Der Herd faßt eine Charge von 16 Hektolitern Steinkohlen, die in 24 Stunden verkokt sind. Eine Ausstoßmaschine stoßt die Charge nach beendeter Verkokung nach der geneigten Ofenfläche aus. Um die Coaks sehr fest zu erhalten, werden dieselben nicht mit Wasser gelöscht, sondern mit Coakslösche bedeckt und langsam abgekühlt. Die Herdsohle ist nur 8 Centimeter dick und kann daher leicht durchgeheizt werden; das Gewölbe ist flach und enthält außer der verschließbaren Oeffnung zum Einfüllen der Kohlen noch eine zweite Oeffnung mit Rohr und verschließbarem Ventil zum Abzuge der Destillationsproducte; durch sorgfältiges Verschmieren der Eisenthore wird aller Luftzutritt auf das allerstrengste abgehalten, und die in den Ofen gesetzte Charge auch nicht darin entzündet, wie bei gewöhnlichen Coaksöfen.

Wenn man vor Beginn der Destillation die eingetragenen Steinkohlen mit einer schwachen Lage von Coakslösche bedeckt, so werden die Coaks dicht und hart. Die Condensation der Dämpfe geschieht derart, daß dieselben mit den Gasen gemischt aus dem Abzugsrohre in dem Gewölbe in ein gemeinschaftliches eisernes horizontales Rohr, die sogenannte Hydraulik gehen, welche mit Luft gekühlt wird und aus der dann die Producte beständig in die Theercisterne abfließen. Die Gase, welche noch mit Theerdämpfen beladen sind, werden aus der Hydraulik von zwei

Digitized by Google

Exhaustoren angesogen und nochmals durch zwei Oberflächen-Condensatoren hindurchgetrieben, wo sie den Rest des Theeres zurücklassen.

In Folge des Druckes, welcher von den Exhaustoren ausgeübt wird, strömen die gereinigten Gase zu den Oefen zurück und treten durch ringförmige, zum Absperren mit Ventilen versehene Röhren, über einem kleinen Feuerroste unter die Herdsohle. Auf diesem Roste wird nur ein kleines Steinkohlenfeuer unterhalten, das zum Heizen der Herdsohle und zum Entzünden der Gase dient. Die von letzteren erzielte Hitze ist so groß, daß die Menge der Feuerungskohlen nur sehr gering ist und überdies durch ein größeres Ausbringen an Coaks reichlich aufgewogen wird. Jede Ofenbatterie von 29 Oefen hat einen Schornstein, in den der gemeinschaftliche Rauchcanal tritt, nachdem er die Gase und ebendieselben und den Rauch der Hilfsfeuerung aufgenommen hat. Unter Exhaustoren versteht man Glockenventilatoren mit Wasserabschluß, die an den Enden eines Balancier hängen und auf und nieder bewegt werden. Beim Aufgange saugen die Exhaustoren die Gase aus der Hydraulik an und beim Niedergange treiben sie dieselben in die Condensatoren. Die Condensatoren sind Apparate von zweierlei Construction. Der erste Condensator entspricht den sogenannten Skrubbers der Gasanstalten und besteht aus einem gußeisernen Cylinder, welcher mit Coaks gefüllt ist, über die beständig Wasser rieselt; die Gase werden dem Wasserstrome entgegen, also von unten nach oben hindurchgetrieben und lassen daselbst den größten Theil ihrer condensirbaren Theile zurück. Der zweite Apparat aber ist ein cylindrischer Oberflächen-Condensator aus Eisenblech, welcher 500 aufrecht stehende Bleiröhren enthält, durch welche die Gase hindurch passiren.

Digitized by Google

Auch diese Bleiröhren dienen zur Condensirung, da sie von außen mit Wasser gekühlt werden. Die in beiden Apparaten condensirten Flüssigkeiten fließen ebenfalls der Theercisterne zu, während die Gase, wie schon früher gesagt, den Oefen zur Verbrennung zugeführt werden. Man erhält bei der Anlage eines derart eingerichteten Coaksofens aus 100 Tonnen gewaschener Steinkohlen: 70 Tonnen grobe Coaks; 1·5 Tonnen kleine Coaks; 2·5 Tonnen Lösche; Steinkohlentheer 5 Tonnen und 18·5 Tonnen Ammoniakwasser und Gase.

Die Powels-Dubochet-Oefen der Pariser Gasanstalten sind ähnlich eingerichtet, nur haben sie den Zweck, das Leuchtgas mitzugewinnen.

Auch der Pernolet'sche Coaksofen, welcher zur Theergewinnung mit Gasverbrennung angewendet wird, unterscheidet sich wenig von dem Knab'schen Coaksofen.

Die Destillation des Steinkohlentheers zur Gewinnung des Hartpeches geschieht am zweckmäßigsten über freiem Feuer in großen Cylinderblasen aus Kesselblech. Diese Blasen, von denen gleichzeitig immer zwei im Betriebe sind, stehen senkrecht, haben 12 Fuß Durchmesser bei 11 Fuß Höhe, fassen 22 Tonnen oder 440 Centner Steinkohlentheer, der in 36 Stunden abdestillirt ist. Im Rückstand bleibt das Pech ungefähr 55 Kilogramm von 100 Kilogramm Theer. Alle anderen Producte, die man bei der Destillation des Steinkohlentheers erhält, übergehen wir hier absichtlich, weil deren Anführung nicht in den Rahmen dieses Werkes paßt. Nachdem das Pech zum Zwecke der Abkühlung 24 Stunden in der Pechkammer gestanden hat, wird es in die Pechgruben abgestochen, in denen es zu Blöcken von ungefähr 1·5 Fuß im Quadrat und 1 Fuß Höhe erstarrt.

Digitized by Google

Das gewonnene Hartpech ist glänzend schwarz, sehr spröde, von muscheligem Bruch, es schmilzt bei 200 Grad C. und sein specifisches Gewicht ist 1·3.

Die Anwendung des Hartpechs in der Briquette-Fabrikation stützt sich auf das von Samuel Dobré im Jahre 1848 genommene Patent, welches etwa so lautet:

Meine in Rede stehende Erfindung beruht auf einer neuen und eigenthümlichen Methode, eine Mischung von Kohlenstaub, Steinkohlenbruch oder anderen ähnlichen Substanzen mit Pech oder einer bituminösen Substanz zu erhitzen. Diese Operation wird mittelst des folgenden Apparates ausgeführt.

Ich wende ein Gefäß von Eisen oder anderem Metall an, welches durch Form und Constructionsart fähig ist, gespannte Dämpfe auszuhalten.

Dieses Gefäß ist mit einem äußeren, einen Dampfmantel bildenden Gefäß umgeben, welches ebenfalls gespannten Dämpfen Widerstand leisten kann. Sowohl das äußere, als das innere Gefäß müssen mit einem Sicherheitsventil, und unten und oben mit Oeffnungen, welche hermetische Verschlüsse haben, versehen sein.

Ich bringe an dem äußeren Gefäß einen Hahn an, welcher den Eintritt von gespannten Dämpfen eines entsprechenden Dampfkessels gestattet, und stelle eine Verbindung zwischen dem äußern und dem innern Gefäße durch einen Hahn her, welcher sich nach Belieben von letzterem in das erstere öffnen kann.

Das äußere Gefäß ist unten mit einem Ablaßhahn zur Entfernung des Condensationswassers versehen.

Der Gang dieser Methode ist folgender:

Ich nehme Kohlenstaub oder irgend eine Art Steinkohlenbruch und mische diese Ingredienzien mit Pech oder

Digitized by Google

anderen bituminösen Substanzen in solchen Verhältnissen, wie man sie nach der brennbaren Beschaffenheit des Kohlenstaubes, des Kohlenbruches und des Pechs, oder der anderen bituminösen Substanzen für angemessen hält, um eine Mischung zu erzielen, welche die besten brennbaren Eigenschaften besitzt.

Im Allgemeinen habe ich gefunden, daß die folgenden Verhältnisse den Zweck vollkommen erfüllen und in der Praxis sich bewähren:

Zur Dampferhitzung nehme ich $^7/_8$ bis $^{11}/_{12}$ Kohlenstaub und mische ihn innigst mit fein pulverisirtem Pech oder einer anderen bituminösen Substanz in dem Verhältnisse von $^1/_8$ bis $^1/_{12}$ und stelle eine so vollkommene Mischung wie möglich her. Ich erzeuge in dem mit dem Apparat in Verbindung stehenden Dampfkessel gespannte Dämpfe von ungefähr 60 Kilogramm per Quadratzoll, öffne den Verbindungshahn zwischen diesem Kessel und dem äußern Gefäße und lasse den Dampf ein.

Wenn das äußere Gefäß so mit gespannten Dämpfen angefüllt und das innere Gefäß geschlossen ist, wird dieses erhitzt; man füllt dann die oben beschriebene Mischung von Substanzen ein und schließt das Mannloch. Die Erhitzung wird erleichtert, wenn man die Mischung leicht anfeuchtet.

Ich öffne dann den Verbindungshahn zwischen dem äußern und innern Gefäße und lasse den Dampf in letzteres eindringen, bis ein Druck von 6 Kilogramm per Quadratzoll in dem innern Gefäß erreicht ist. Wenn dann der Verbindungshahn zwischen den beiden Gefäßen geschlossen ist, lasse ich den in dem innern Gefäße enthaltenen Dampf frei entweichen. Man findet dann, daß die Substanzen, welche die Mischung bilden, sich erhitzt haben, daß der Theer oder die bituminösen Substanzen geschmolzen sind, oder sich er-

Digitized by Google

weicht haben, und daß die ganze Masse so mit einander verschmolzen ist und der Mischung in den Formen eine solche Gestalt gegeben werden kann, wie dies für nothwendig und zur Verbrennung geeignet erscheint.

Die auf die oben angedeutete Weise erzeugten Stücke oder Formen müssen dann in einen Trockenofen gebracht werden, bis die darin enthaltene Feuchtigkeit verdunstet ist und dieselben trocken sind. Dann erst eignen sie sich zum Gebrauch.

Der Vollständigkeit halber müssen wir hier noch den Apparat von Couillard und Mazeline anführen, der bedeutend zweckmäßiger ist, als der eben beschriebene.

Der Apparat von Couillard und Mazeline geht von der Idee aus, daß es hinreiche, den Dampf an dem Fuße einer Säule von gepulverten Substanzen und von angemessener Höhe einströmen zu lassen, um der Entweichung des Dampfes einen hinreichenden Widerstand entgegen zu stellen.

Ueberdies hat dieser Apparat das Verdienst einer außerordentlichen Einfachheit. Er besteht in einem unten geschlossenen, oben offenen Cylinder aus Eisenblech von 2 Meter Höhe und 1 Meter Durchmesser. Ein Paternosterwerk schüttet in denselben beständig eine Mischung von Staubkohlen und pulverisirtem Pech aus.

Die Zerkleinerung des trockenen Pechs geschieht entweder in einer Art von Mühle, oder zwischen zwei Paar übereinander liegenden Walzen. Auf dem Boden des Apparates wird die Kohle ausgebreitet und mit der erforderlichen Menge Pechs vermischt. Zwei Walzen mit glatten Flächen dienen dazu, die beiden Substanzen neuerdings zu zerreiben und noch inniger zu mischen. Mit Hilfe eines Paternosterwerkes werden dann die Substanzen in den

Digitized by Google

Mischer gebracht, in den man überhitzte Dämpfe einströmen läßt.

Am Fuße des Apparates geschieht die Einströmung des Dampfes. Im Innern erhält derselbe eine Verticalwelle, mit Flügeln oder Messern, die schraubenförmig angebracht sind. Durch die Substanzen, die der Dampf durchdringt, erfolgt seine Verdichtung; durch zwei Canäle wird der Teig sodann in die Formen vertheilt, wo er zusammengepreßt wird. Da bei diesem Apparate sowohl die Vorwärmer der Kohlen, als auch die Kessel zum Schmelzen des Pechs wegbleiben können, so bedingt er eine bedeutende Ersparniß der Fabrikation, sowie eine Ersparniß bei den Anschaffungskosten.

Als wesentliche Bedingung des günstigen Erfolges ist aber die beständige Einführung von gespannten Dämpfen erforderlich. Der Dampf von mittlerer Spannung würde als Wärmequelle ungenügend sein und überdies eine reichliche Condensation herbeiführen, welche die Mischung in einen schlammigen Zustand versetzen würde.

Um Dämpfe von der gewünschten Spannung zu erhalten, giebt es zwei Mittel, und zwar entweder den Dampf direct in geeigneten Generatoren mit einer Spannung von 6 Atmosphären zu erzeugen, oder aber den Dampf bis zu 200 oder 300 Grad C. in eisernen Röhren zu überhitzen, die der Wirkung des Feuers in einem besondern Ofen oder in dem des Kessels selbst ausgesetzt sind.

Alle diese Constructionen sind allgemein bekannt und bedürfen außer dem hier Angeführten weder weiterer Ausführung, noch erläuternder Zeichnungen.

Noch ist zu erwähnen, daß die Mischung von Pech und Kohle nur 8 Percent Wasser enthalten darf.

Digitized by Google

Weiteres wird bei dem Capitel »Die Meng-Apparate« beschrieben werden.

Schließlich wollen wir noch bemerken, daß der Pechstaub Augenentzündung verursacht, daher die Augen durch einen Flor zu schützen sind bei Denen, die damit zu thun haben.

B. Unorganische Bindemittel.

Letten, terre grasse. Wie wir bereits früher erwähnt haben, wurde dieses Bindemittel schon im vergangenen Jahrhundert angewendet, und zwar zur Fabrikation von Klütten, konnte aber wegen des hohen Aschengehaltes, den es verursacht, nie zur eigentlichen Briquette-Fabrikation herangezogen werden.

Thonerdehydrat wird bereitet durch Zusatz von Ammoniakflüssigkeit zu einer Auflösung von Alaun. Der erhaltene gallertartige Niederschlag wird durch wiederholtes Aufgießen von Wasser ausgewaschen. Der voluminöse Niederschlag von Thonerdehydrat ließ sich wohl als Bindemittel von freilich sehr geringer Bindekraft benutzen. Hierauf basirt auch die vielfach vorgeschlagene Anwendung von

Alaun, oder Alaunschiefer mit gebranntem Kalk, indem sich Thonerdehydrat unter Bildung von Gyps ausscheidet. So ließen sich Holland und Green in England ein Bindemittel patentiren, daß für die Tonne Patentfuel bestehen sollte aus: 100 Pfund gebranntem Kalk, 28 Pfund Alaunthon, 17 Pfund Gyps, 17 Pfund Alaun und 7 Pfund Soda; diese Substanzen sollten mit Wasser und der Kleinkohle gemengt, gepreßt nnd dann getrocknet werden. A. P. Vassard ließ sich ein Bindemittel patentiren, dessen Zusammensetzung für 100 Theile Klein-

Digitized by Google

kohle war: 5 bis 10 Theile Aluminiumsulfat-Lösung von 33 bis 35 Grad Beaumé Stärke und 1 bis 3 Theile gelöschten Kalk, wodurch natürlich Thonerdehydrat und Gyps gebildet wurde. Alle diese Bindemittel verursachten aber beim Brennen der damit bereiteten Briquettes so viel Schlacke, daß sehr bald von deren Anwendung abgegangen wurde.

Wasserglas, Kieselfeuchtigkeit ist ein Alkalisilicat. Man unterscheidet im Handel 1. Kaliwasserglas, 2. Natronwasserglas, 3. Doppelwasserglas, 4. Fixirungswasserglas. Das Doppelwasserglas ist ein Gemisch von Natronwasserglas mit Kaliwasserglas. Unter Wasserglas im Allgemeinen wird nur Natronwasserglas verstanden. Es kommt als Flüssigkeit (präparirtes Wasserglas) oder als Gallerte, oder trocken in glasigen amorphen Stücken (krystallinisches Wasserglas), oder als Pulver in den Handel. Das trockene enthält 60 bis 66 Percent Kieselsäure, 30 bis 40 Percent Kali; gallertförmiges enthält 30 bis 40 Percent Wasser. Das flüssige wird nach Graden bezeichnet. Ein 33grädiges Wasserglas enthält 33 Percent Alkalisilicat.

Schon 1858 wurde Wasserglas in Frankreich als Ersatz des Weichpeches versucht und $^3/_4$ bis 1 Percent davon sollen schon genügt haben, feste Briquettes zu machen, doch sollen dieselben acht Tage zum Erhärten und Trocknen gebraucht haben, so zwar, daß sehr große Trockenräume eingerichtet werden mußten, welche einer Massen-Fabrikation hindernd im Wege standen. J. Deere nahm 1872 ein englisches Patent auf die Fabrikation von Briquettes mittelst Wasserglas und einem Zusatz von Thon.

Andere unorganische Bindemittel, die vorgeschlagen wurden, wie Kalkwasser, Salmiak, Kupfervitriol, sind gänzlich ohne praktischen Werth geblieben.

Digitized by Google

Magnesia-Cement. Dr. Adolf Gurlt ließ sich für das Deutsche Reich den Magnesia-Cement patentiren. (Deutsches Reichspatent Nr. 6730.) Im Patente selbst ist das Bindemittel »Gemisch von Magnesia-Chlormagnesium« benannt, der Erfinder selbst sagt aber, daß dieses Gemisch nichts anderes sein soll als der von Sorel in Paris im Jahre 1866 erfundene Magnesia-Cement, der vortreffliche Eigenschaften besitzt, bisher aber in der Briquette-Fabrikation keine Anwendung gefunden hat. Wir wollen im Folgenden nur den Ausführungen des Erfinders folgen.

Der Magnesia-Cement hat eine bemerkenswerthe Geschichte. Schon 1855 hatte der Chemiker Sorel in Paris die Entdeckung gemacht, daß eine concentrirte Chlorzinklösung mit fein gepulvertem und geglühtem Zinkoxyd einen sehr plastischen Kitt bildet, der rasch eine außerordentliche Härte annimmt. Er wurde deshalb bald als Zahnkitt und zur Fabrikation künstlicher Gebisse angewendet. Diese Eigenschaften beruhen auf der Bildung eines basischen Zinkchlorid-Hydrats und machten bei ihrer Entdeckung Aufsehen. Später beobachtete H. Saint-Claire Deville, daß Magnesia, welche durch Glühen aus Chlormagnesium in der Rothglühhitze dargestellt war, hervorragende hydraulische Eigenschaften besaß, wenn sie mit Wasser zu einem Brei angerührt war, indem sie wie ein Cement rasch erhärtete. Da das chemische Verhalten der Verbindungen des Zinkes und der Magnesia viele Aehnlichkeit hat, so untersuchte Sorel 1866 eine aus Chlormagnesium-Lösung von 30 Grad Beaumé und geglühter Magnesia zusammengesetzte Masse und fand, daß sie wie das basische Zinkchlorid-Hydrat einen vortrefflichen plastischen Cement von großer Bindekraft und Festigkeit abgab. Die Bindekraft war so bedeutend, daß ein Gewichtstheil Magnesia-Cement

Digitized by Google

zwanzig Gewichtstheile fremder Substanzen, wie Sand, Kalksteinpulver und andere Materialien, zu Blöcken vereinigte, die so fest waren wie guter Sandstein, während gewöhnlicher guter Portland-Cement nur das Zwei- bis Dreifache seines eigenen Gewichtes in der Weise binden kann. Die mit Magnesia-Cement verfertigten Steine waren schon nach wenigen Stunden vollständig erhärtet. Für einen guten Cement kam es darauf an, 1. daß die Chlormagnesium-Lösung hinreichend concentrirt war, nicht unter 30 Grad B.; 2. daß die Magnesia nicht zu stark, nur bei starker Rothgluth geglüht war; 3. daß sie ferner sehr fein gepulvert und bei nicht zu niedriger Temperatur von etwa 30 Grad C. gut mit dem flüssigen Chlormagnesium gemengt war. Bei dem Erhärten unter Aufnahme von chemisch gebundenem Hydratwasser steigerte sich die Temperatur des Cements bis zu 100 Grad C. Er besteht in 100 Theilen aus 35 Magnesia, 11 Chlormagnesium und 54 Hydratwasser, doch sind diese Verhältnisse nicht constant, da sie innerhalb gewisser Grenzen variiren können.

Die hervorragenden Eigenschaften des Magnesia-Cements haben schon seit längerer Zeit in der Technik ihre Würdigung gefunden. So arbeitet in Paris eine »Weiß-Cement-Actiengesellschaft« mit Magnesia-Cement, indem sie ihn als Bindemittel bei der Herstellung von Gegenständen aus künstlicher Steinmasse benützt. Auch in Dresden findet eine ähnliche Fabrikation statt und die so dargestellten Waaren kommen unter dem Namen »Cajalith« in den Handel. Zur Darstellung von künstlichen Schleif-, Schmiergel- und Polirscheiben wird derselbe Cement von Hodges & Butler in England auf den Thames-Silicated-Strone-Works zu East-Greenwich bei London angewendet. Endlich in Boston in Nordamerika macht die Union-Stone-Company mit ihm künst-

Digitized by Google

liche Bausteine, welche auf 1 Quadratcentimeter Fläche einen Druck von 500 bis 1500 Kilogramm aushalten, also sehr fest sind.

Das Rohmaterial zu dem Magnesia-Cement kann in Deutschland in beliebiger Menge von Staßfurth bezogen werden. Nach Dr. A. Frank wird daselbst bei der Verarbeitung des Carnallit- und Kainitsalzes jährlich so viel Chrommagnesium ausgeschieden, daß es 100.000 bis 150.000 Tonnen des trockenen Salzes entspricht, von dem bis heute nur ein sehr kleiner Theil Verwendung findet, während die große Masse dieses Nebenproductes fast werthlos ist. Das Chlormagnesium kann durch starke Erhitzung so eingedickt werden, daß es sich in Blöcke gießen läßt, welche 60 bis 65 Percent wasserfreies Salz enthalten, während der Rest Hydratwasser ist. Ferner kann auch die Magnesia aus dem Chlormagnesium dargestellt werden, entweder durch Calciniren desselben oder durch Ausfällen des Hydrats aus der Lösung durch Aetzkalk und nachheriges Glühen.

Bei der Massenhaftigkeit des Vorkommens ist auch der Preis gering und wesentlich in den Fabrikationskosten begründet. So werden in den chemischen Fabriken in Staßfurth 50 Kilogramm geschmolzenes Chlormagnesium in Blöcken zu 1·50 Mark verkauft und geglühte Magnesia zu 5 Mark, doch ist gegründete Aussicht, daß die Darstellung und der Preis der Magnesia sehr bald noch bedeutend wohlfeiler werden, da verschiedene Fabriken sich jetzt damit eifrig beschäftigen. Ein bewährtes Mischungsverhältniß für den Magnesia-Cement besteht aus 30 Theilen 45percentigem Chlormagnesium, 30 Theile 93percentiger Magnesia und 60 Theilen Wasser.

Berücksichtigt man das oben Gesagte über die Plasticität, die Bindekraft, die Festigkeit und den Preis des Magnesia-

Digitized by Google

Cements, so wird man in ihm unbedingt ein empfehlenswerthes unorganisches Bindemittel für die Briquettirung der Steinkohlen anerkennen müssen, zumal durch dasselbe, weil über die Hälfte Hydratwasser ist, auch der Aschengehalt höchstens um 2·5 Percent vermehrt wird, eine Vermehrung, die nicht in Betracht kommen kann, wenn man die sehr variablen Aschengehalte der Steinkohlen sonst berücksichtigt.

Die Bindekraft des Magnesia-Cements ist so groß, daß Feinkohle mit einem Zusatze von nur 5 Percent zu harten Briquettes verarbeitet werden kann, wobei reichlich die Hälfte, also wenigstens 2·5 Percent, aus dem zum Binden erforderlichen Hydratwasser besteht, mithin die feste aus Magnesia und Chlormagnesium bestehende Substanz des Zusatzes noch nicht 2·5 Percent ausmacht.

Die Briquette-Fabrikation mit Magnesia-Cement. Die zur Fabrikation von Briquettes mit Magnesia-Cement verwendete Kohle sollte nicht über 6 Millimeter Korngröße haben, die übrigens auch bei den älteren Methoden als Maximum gilt; ferner sollte sie möglichst frei von Asche sein, also nicht über 5 Percent haben, wenn von den Kohlensteinen ein sehr hoher Heizeffect verlangt wird; endlich darf die Kohle nicht naß, sondern höchstens etwas feucht sein.

Das Mengen mit dem Bindemittel geschieht am besten in folgender Weise: Die trockene Feinkohle wird zunächst mit der trockenen Magnesia in einer Mengtrommel oder einem anderen geeigneten Mengapparate sehr sorgfältig gemengt. Das Chlormagnesium wird dann in der erforderlichen Menge Wasser gelöst und in einer zweiten Mengtrommel mit dem trockenen Gemische von Feinkohle und Magnesia sehr gut durchgearbeitet. Die so erhaltene Mischung darf nicht naß, sondern höchstens feucht sein,

Digitized by Google

und theoretisch genommen, sollte ihr Wassergehalt nicht mehr betragen als beim Erhärten des Magnesia-Cements chemisch gebunden wird; in der Praxis freilich wird der Wassergehalt immer größer sein, doch darf er nicht so groß sein, daß bei dem darauf folgenden Pressen Flüssigkeit ausgepreßt wird, denn diese Flüssigkeit enthält das Chlormagnesium, welches zur Bildung des Magnesia-Cements dienen soll. Im Allgemeinen hat man also darauf zu achten, daß die Mischung möglichst trocken unter die Preßmaschine gelangt.

Das Pressen der Masse zu Briquettes soll bei einem Drucke stattfinden, der möglichst groß ist, etwa 150 bis 250 Kilogramm auf 1 Quadratcentimeter Oberfläche. Der Grund ist einfach folgender: Da bei der geringen Menge des zugesetzten Bindemittels die einzelnen zusammenzuklebenden Kohlentheile höchstens mit einem dünnen Häutchen desselben überzogen sein können, so müssen ihre Oberflächen einander nach Möglichkeit genähert werden, damit sie zusammenhaften. Bei dem Zusammenpressen darf aber, wie gesagt, keine Flüssigkeit auslaufen, da sie einen Bestandtheil des Magnesia-Cements fortführen würde. Die aus den Preßmaschinen hervorgehenden Steine besitzen gleich eine solche Cohäsion, daß sie, mit gewöhnlicher Vorsicht behandelt, gut zusammenhalten, um nach dem Lagerorte transportirt zu werden, wo sie erhärten sollen. Zum Pressen können ebensogut Stempelpressen wie continuirliche Pressen angewendet werden; von den ersteren würden besonders zu empfehlen sein entweder die verbesserte Mazeline-Maschine oder die Middleton-Haurez-Maschine; von den letzteren dagegen die Evrard-Bouriez-Presse.

Das Erhärten und Trocknen der gepreßten Briquettes muß bei gewöhnlicher Temperatur geschehen; in

Digitized by Google

keinem Falle darf dabei eine starke Erwärmung angewendet werden. Der Grund dafür ist sehr einfach. Der Magnesia-Cement erfordert zu seiner Bindung Hydratwasser; wird dieses durch Erwärmung verdampft und ausgetrieben, so kann eben keine Hydratbildung, folglich auch keine Erhärtung der Briquettes eintreten. Bei nicht zu niedriger Temperatur der Luft hat die Hydratbildung, d. i. die Erhärtung, schon nach etwa 6 Stunden stattgefunden, nach 24 Stunden ist sie sehr vollständig, sie dauert aber noch in den drei nächstfolgenden Tagen fort, so daß die Briquettes mit jedem Tage an Härte gewinnen. Es ist das auch bei den mit Steinkohlenpech fabricirten Briquettes der Fall, weshalb man dieselben auch immer erst wenigstens 14 Tage lagern läßt, ehe man sie versendet. Während des Erhärtens schadet es den mit Magnesia-Cement bereiteten Briquettes gar nichts, wenn sie etwa beregnet werden sollten, was z. B. die mit Seetang oder Cellulose fabricirten Kohlensteine nicht würden aushalten können, da sie, ohne zu zerfallen, überhaupt keine Feuchtigkeit vertragen.

Eigenschaften der mit Magnesia-Cement fabricirten Briquettes. Die gehörig fabricirten und erhärteten Briquettes besitzen eine größere Festigkeit als die mit Hartpech dargestellten, selbst wenn der Zusatz desselben 8 bis 10 Percent betragen hätte. Sie können ferner der stärksten Sonnenhitze oder von Oefen ausstrahlenden Wärme ausgesetzt sein, ohne zu erweichen oder zusammenzubacken. Sie können viele Tage lang im Wasser liegen, ohne zu zerfallen und ohne dadurch an Heizkraft einzubüßen, weil der einmal erhärtete Magnesia-Cement alle Wasseraufnahme verhindert. Wenn die Briquettes durch irgend einen Zufall beim Transporte zerbrochen werden, so brechen sie zu groben Brocken, niemals zu Staub,

Digitized by Google

und sind dann zur Feuerung noch gerade so gut zu gebrauchen wie die sogenannten Knabbeln der besten Steinkohlen. Im Feuer stehen die Briquettes ausgezeichnet, ohne zu zerschmelzen oder zu zerfallen, was bekanntlich bei den mit Pech dargestellten Kohlensteinen der Fall ist; sie brennen vielmehr schichtweise von außen nach innen ab und geben so der Luft immer freien Zutritt. Daher verbrennen die aus Gaskohlen mit Magnesia-Cement bereiteten Briquettes mit bedeutend weniger Rauchentwickelung als die Gaskohlen selbst. Bei der Verbrennung wird die geringe Menge des gebundenen Hydratwassers verdampft und die Magnesia geht in die Asche. Das Chlormagnesium wird durch die Hitze zersetzt zu Magnesia und Salzsäure, welche mit den Rauchgasen gemengt, entweicht. Es ist wiederholt die Frage aufgeworfen worden, ob die so frei werdende Salzsäure nicht auf die Kesselwände schädlich einwirken könne. Darauf ist zu antworten, daß, wenn sie in großer Menge aufträte und frei bliebe, sie das allerdings thun würde. Da aber bei der Verbrennung von Steinkohlen immer Ammoniak gebildet wird und die Verwandtschaft beider sehr groß ist, so neutralisiren sie sich augenblicklich unter Bildung von Salmiak, der im Rauche fortgeht. Dann aber ist die Menge der entstehenden Salzsäure außerordentlich gering. Denn 1000 Kilogramm Briquettes geben bei ihrer vollständigen Verbrennung 37.333 Kubikmeter Rauchgase von 300 Grad C.; die aus dem Chlormagnesium entwickelte Salzsäure nimmt aber bei gleicher Temperatur einen Raum von noch nicht 3·5 Kubikmetern ein, folglich tritt sie in den Rauchgasen in einer mehr als tausendfachen Verdünnung auf, daher ihre chemische Einwirkung auf das Metall der Kessel absolut gleich Null sein muß. Die Steinkohlen auf jedem Seedampfer bringen

Digitized by Google

durch das anhaftende Seewasser viel mehr Chlor in die Feuerungen, als in den mit Magnesia-Cement dargestellten Briquettes überhaupt enthalten ist. Auch wirkt die aus dem Schwefelkiese aller Steinkohlen entbundene schweflige Säure viel leichter nachtheilig auf die Dampfkessel ein, als das bei der geringen Menge von Salzsäure, die überdies durch Ammoniak neutralisirt ist, jemals der Fall sein könnte.

Die Vortheile des Verfahrens gegenüber den älteren Methoden der Briquette-Fabrikation liegen nicht allein in der viel größeren Wohlfeilheit desselben und in der Darstellung einer festeren, gegen alle äußeren Einflüsse unempfindlichen Briquette, sondern auch in geringeren Löhnen und Anlagekosten. Da die Mengung und Verarbeitung kalt erfolgt, auch keinerlei Nacharbeit vorzunehmen ist, so fallen alle die damit verbundenen Kosten für Anlage, Brennmaterial und Löhne fort, daher nicht nur die Fabrikation, sondern auch die ganze Anlage wesentlich wohlfeiler zu stehen kommt. Endlich ist das Verfahren nicht allein für Steinkohlen, sondern auch für Braunkohlen, Torfgrus, Sägemehl, Holzkohlenlösche u. s. w. ebensogut anzuwenden.

Combinirtes Verfahren. Wir haben in Vorstehendem bereits gesagt, daß fette Steinkohlen durch Erhitzen und Erweichen, dann nachheriges Pressen zur Briquette-Fabrikation angewendet wurden, und zwar speciell von Buckwell, Bessemer und der Compagnie Roche-la-Molière & Firminy. Diese Methode hat man nun vorgeschlagen, mit dem Magnesia-Cement-Verfahren zu combiniren.

Die nach dem Erweichen durch überhitzten Dampf in einem geeigneten Apparat erweichte Kohle müßte in einem Fülltrichter durch Hindurchblasen von kalter Luft zunächst

Digitized by Google

auf 80 bis 100 Grad C. abgekühlt und dann in geeigneter Weise mit Magnesia-Cement vermengt werden, wobei 2 bis 3 Percent ausreichen sollen. Die Pressung hätte in gewöhnlicher Weise zu geschehen. Weil die Kohlen warm sind, könnte also in diesem Falle der Zusatz von Wasser etwas größer sein, da man auf eine theilweise Verdampfung desselben Rücksicht zu nehmen hat.

Es ist uns nicht bekannt geworden, ob mit diesem combinirten Verfahren Versuche angestellt wurden. Ein erheblicher Vortheil könnte kaum damit erzielt werden, da das, was man auf der einen Seite durch Ersparniß des Bindemittels gewinnt, reichlich durch die Kosten für das Erweichen der Kohle absorbirt würde.

X.

Die Meng-Apparate.

Nur durch eine sehr gute Mengung kann ein Bindemittel zum Agglomeriren der Feinkohle möglichst ausgenützt werden, so zwar, daß es dann alle zusammenzuklebenden Oberflächen überzieht. Wir wissen aus Erfahrung, daß je besser die Mengung erfolgt, desto weniger Bindemittel ist erforderlich, um Briquettes von großer und gleicher Festigkeit zu erzielen. Man ist in neuerer Zeit zu der Ueberzeugung gelangt, daß selbst das stärkste Pressen eine mangelhafte Mengung nie ersetzen kann. Man verwendet daher jetzt auf die gute Mengung eine ganz besondere Aufmerksamkeit und erzielt dadurch bei Anwendung von nur wenig Bindemittel auf wohlfeile Art sehr gute und feste

Digitized by Google

Briquettes. Die kalte wie auch die warme Mengung muß also bei allen Arten von Bindemitteln sehr vollständig sein.

Kalte Mengung. Die ältere Briquette-Fabrikation mit Steinkohlentheer hatte zur kalten Mengung mit der Feinkohle senkrechte Eisencylinder mit Rührwerk, wie z. B. auf dem Patentfuel-Works zu Swansea in England. Diese gußeisernen Cylinder waren 4 Fuß hoch, hatten 3 Fuß lichten Durchmesser, waren oben offen und mit einem verticalen Rührwerke versehen, durch welches mit jeder Tonne Anthracitgrus 3 Kubikfuß Theer gemengt wurden. In Belgien und Frankreich wendete man liegende Eisencylinder von 5 bis 6 Meter Länge an, die mit einer Schraube ohne Ende versehen waren, an einer Seite die Kohle und den Theer empfingen, und sie dann gemengt, an dem entgegengesetzten Ende austrugen. Die Apparate sind bei allen Bindemitteln, bei denen die Mengung kalt zu geschehen hat, verwendbar; also vorzugsweise bei Eiweiß, Dextrin, Magnesia-Cement, Thonerdehydrat, Wasserglas u. s. w.

Die heiße Mengung wurde erst bei Einführung des Weichpechs und später des Hartpechs nöthig, da diese Substanzen geschmolzen werden mußten, wenn sie sich innig mit der Feinkohle vermengen sollten. Wenn man fette Kohlen bis zur Theerbildung erweichen wollte, war ebenfalls heiße Mengung nothwendig, die hierbei zwei Zwecke erfüllte: die völlige Austreibung des dem Kohlenklein anhängenden Wassers als Dampf, also die Trocknung desselben, und dann weiter erst die innige Mengung der erwärmten Masse mit dem geschmolzenen Bindemittel. Die zur heißen Mengung dienenden Apparate wurden entweder durch directe Feuerung oder durch heiße Luft oder aber durch überhitzten Dampf erwärmt.

Digitized by Google

Die directe Feuerung wurde von Wylam in eingemauerten 4 bis 6 Meter langen eisernen cylindrischen Kesseln angewendet, welche horizontal lagen und zum Weitertransporte der Mischung mit einer Schnecke ohne Ende versehen waren. Die Kessel wurden von außen bis zu dunkler Rothgluth erhitzt, sodann das Gemenge von Anthracitgrus und gemahlenem Pech in drei bis fünf Minuten durchgeschoben, worauf es erhitzt und gemengt, in einen Trichter kam. Das Verfahren zu Sarts-au-Berleur war also eingerichtet: Die feuchten Kohlen wurden in einen 18 Meter langen horizontalen Kessel von 1 Meter Durchmesser eingetragen, mit einer Schnecke hindurchgeschoben und kamen am Ende mit einer Wärme von 200 Grad C. an; wurden endlich in einem ähnlichen nur etwas kürzeren Kessel, dem »Melangeur«, innig mit dem geschmolzenen Peche vermengt. Zu Brandeisl in Böhmen wendete man zum Vorwärmen der Kleinkohle 15 Fuß lange und 3 Fuß weite, mit horizontaler Schnecke versehene Kessel an. Nachdem das Kohlenklein auf diese Weise in ungefähr 20 Minuten bis auf 72 Grad R. erwärmt war, wurde es sodann in einer mit Dampf geheizten Mischtrommel mit Pech vermengt. Marsais wendete zuerst zu Bérard, später zu Givors in Frankreich die directe Feuerung für Weichpech und Kleinkohle an. Auch zu La Motte bei Blanzy in Frankreich und zu Montigny in Belgien dienten ähnliche Verfahren. Und zwar wurde den 20 Meter langen Wärmecylindern die Kohle durch ein Tuch ohne Ende zugeführt, dann, nachdem die Kleinkohle mit geschmolzenem Pech versehen war, mittelst einer Transportschraube gut durchgearbeitet und endlich nach 20 Minuten bei 85 bis 90 Grad C. Wärme am anderen Ende des Kessels ausgetragen.

Digitized by Google

Heiße Luft, welche Warlich zu Swansea in England zum Dörren der fertigen Briquettes mit einer Wärme von 200 Grad C. mittelst eines Struwe'schen Ventilators durch die Darrkammern sog, wollte man bei den Mengecylindern versuchen, wurde aber als unpraktisch aufgegeben.

Ueberhitzter Dampf wurde zuerst von Evrard zu La Chazotte in Frankreich, und zwar im Jahre 1853 angewendet. Er wird erzeugt in einem Ueberhitzungs-Apparate, der aus einem Systeme von 24 schlangenförmigen Eisenröhren besteht, die je 1·4 Centimeter Weite und 2·5 Meter Länge besitzen. Er hat also 12 Quadratmeter Heizfläche und wird entweder durch abgehende Flammen oder eine besondere Feuerung, die 4 Kilogramm Steinkohlen pro 1 Tonne Briquettes verbraucht, erhitzt. Die Anwendung eines solchen Ueberhitzungs-Apparates ist sehr ökonomisch, denn obwohl er zu seiner Herstellung 0·10 Francs pro 1 Tonne Kohlenklein an Kosten verursacht, wird doch in Folge der viel besseren Mengung der Kohle mit dem Peche eine Ersparniß von 0·50 Francs für eine Tonne Briquettes erzielt.

Da bei Erhitzung auf freiem Feuer leicht eine Ueberhitzung der Masse eintritt, so wendete man zu Brandeisl in Böhmen einen horizontalen, mit Schneckenröhren versehenen 12 Fuß langen und 2 Fuß im Durchmesser habenden Mengkessel an, der von außen durch einen mit Dampf geheizten Dampfmantel erwärmt wurde.

Die neuesten auf der Pariser Ausstellung von 1878 befindlichen Apparate, wie die Mazeline-Briquette-Maschine der Société nouvelle de Forges et Chantiers de la Mediterannée waren senkrecht stehende Meng-Apparate, die mit Dampfmantel und Eintritt des Dampfes in die Masse, sowie einem verticalen Rührwerke versehen waren.

Digitized by Google

Der im Jahre 1856 von Archerau construirte Apparat besteht aus einem verticalen Eisencylinder von 2 bis 3 Meter Höhe und 1 Meter Durchmesser und ist mit einem Rührwerke versehen. Er hat eine Doppelwand, in welcher der überhitzte Dampf circulirt; der Dampf tritt dann durch die Löcher der inneren Wand in den Teig selbst ein und ertheilt ihm eine Temperatur von 200 bis 300 Grad C.

Weichpech wird selbstverständlich geschmolzen in die Meng-Apparate eingetragen.

In Belgien und in der Fabrik der »Grand Combe« in Frankreich wird das Hartpech in einer Mühle gemahlen und dann mit dem Kohlengrus gut gemengt, ehe es in den Apparat kommt. Dies geschieht durch gemeinsames Durchwalzen dieser Stoffe durch zwei Walzenpaare; die Walzen haben einen Durchmesser von 0·5 bis 0·6 Meter, zwischen welche das Kohlengrus und das gemahlene Pech aus zwei Fülltrichtern mit automatischer Entleerung in dem geeigneten Verhältnisse fällt. Die gewalzte Masse wird dem Meng-Apparate durch ein Becherwerk zugehoben, das bei 1·1 bis 1·30 Meter Durchmesser 2 Meter Höhe hat. Bei den älteren Mazeline-Pressen konnte dieser Apparat in einer Stunde 12 bis 15 Tonnen 6 bis 7 Minuten lang durcharbeiten. Da man diese Zeit für eine gute Mengung aber zu kurz fand, mußte man 10 Percent Pech anwenden. In neuester Zeit wendet man größere Apparate und eine länger andauernde Mengung an und erspart 2 bis 3 Percent Hartpech.

Da die Wichtigkeit einer guten Mengung, wie schon früher gesagt, nicht hoch genug angeschlagen werden kann, so empfiehlt Gruner liegende Apparate, damit der überhitzte Dampf längere Zeit auf die Masse einwirken kann, die am besten mit einer Temperatur von 80 bis 100 Grad C.

Digitized by Google

bei Hartpech und von 30 bis 40 Grad C. bei Weichpech in die Pressen gelangt. Wäre die Temperatur bedeutend heißer, so muß sie durch Austreiben des Dampfes durch kalte Luft auf diese Temperatur gebracht werden.

XI.

Die Preßmaschinen im Allgemeinen.

Die Preßmaschinen haben den Zweck, die Kohle, nachdem sie mit dem Bindemittel innig gemengt ist, also einen plastischen und gleichartigen Teig bildet, in regelmäßige Stücke zu formen, welche geeignet sind, ohne Veränderung eine längere Aufbewahrung auszuhalten und einem weiteren Transporte zu widerstehen. Die Größe, die Form, die Härte und die vollkommene Gleichmäßigkeit der Briquettes sind also die Anforderungen, welche man an die Pressen stellt.

Was die Größe und das Gewicht der Briquettes betrifft, so müssen sie die Eigenschaft besitzen, sich bequem und leicht handhaben zu lassen, sowie im äußersten Falle das Gewicht von 8 bis 10 Kilogramm nicht zu überschreiten.

Was die Form der Briquettes anbelangt, so wird man wohl die regelmäßigste und einfachste wählen, die cylindrische hat den Vortheil, Kanten und Brüche zu vermeiden, dagegen den Nachtheil eines Raumverlustes beim Verladen.

Es sind übrigens noch andere Umstände, die mit der Fabrikation zusammenhängen, für die Größe und Gestalt der Kohlensteine bestimmend. Man muß nämlich von dem Grundsatze aus-

Digitized by Google

gehen, daß die Dichte der Kohlensteine in der ganzen Masse möglichst gleich sein soll, was wohl bei der enormen Flächenreibung und der Verschiebbarkeit der Kohlentheilchen für die Praxis eine sehr schwere Aufgabe ist und gänzlich nie erreicht wird. Gérondeau fand bei parallelepipedischen Kohlensteinen, wie sie z. B. von Dechagin zu Charleroy erzeugt wurden, daß bei 29 × 18·5 Centimeter oder 536·5 Quadratcentimeter Oberfläche und 14 Centimeter Höhe ihre Dichte an der Oberseite 1·21, an der Unterseite aber nur 1·16 betrug, während sie in der Mitte noch geringer war. Mehrere fernere Untersuchungen von Kohlensteinen haben den Beweis geliefert, daß deren Ungleichheit mit deren Höhe zunimmt. Noch fand Gérondeau ferner, daß der beim Kohlenpressen ausgeübte Druck durch die Reibung an den Wänden der Formen 70 Percent absorbirt, so daß also höchstens 30 Percent für das Pressen der inneren Masse nutzbar gemacht werden.

Wenn daher die aufgewendete Kraft am besten ausgenützt werden soll, so müssen die Länge, Höhe und Oberfläche der Briquettes in einem gewissen Verhältnisse stehen. Es würde daher der kreisförmige Querschnitt der beste sein, doch stehen ihm, wie wir schon oben bemerkten, Gründe der Verstaubarkeit entgegen, und man wird daher einen viereckigen Querschnitt mit abgerundeten Ecken, der allen Anforderungen am besten entsprechen dürfte, wählen. Die Fläche der Kohlensteine richtet sich nach deren Dicke, je kleiner die Fläche, desto geringer die Dicke.

Will man Briquettes erzeugen, die sich schnell entzünden und augenblicklich kräftig weiter brennen, so kann man diese Eigenschaft denselben dadurch ertheilen, daß man ihnen eine größere Oberfläche bei geringerer Stärke, also ihnen die hohle Form giebt.

Digitized by Google

Die Festigkeit der Kohlenziegel hängt von dem Grade ihrer Zusammenpressung ab.

Zu einer guten und gleichmäßigen Pressung darf nach den bei Blancy gemachten Erfahrungen der Druck auf 1 Quadratcentimeter Fläche bei weichen Kohlen nicht unter 100 Kilogramm, bei harten und körnigen Kohlen aber nicht unter 140 bis 150 Kilogramm sein. Bei 10 bis 12 Centimeter Höhe soll der Querschnitt nicht 400 bis 500 Quadratcentimeter überschreiten.

Derartige Briquettes können sehr weite Transporte ertragen und erleiden dabei nur einen Abgang von etwa $^1/_{3000}$ Theilen des Gewichtes der Ladung.

Durch die Gleichmäßigkeit der Briquettes in Größe und Gewicht erreicht man den Vortheil, daß, einmal gewogen, man die Anzahl der Briquettes und vice versa aus der Anzahl das Gewicht leicht ersichtlich ist.

Bei den continuirlich wirkenden Pressen mit offener Form befinden sich gleichzeitig immer mehrere Kohlensteine hintereinander in derselben und werden bei jedem Hube um eine Steinhöhe vorgeschoben. Der Widerstand gegen den Preßstempel wird aber durch die Reibung an den Wänden bedingt, es ist hier also der Kraftverlust, besonders bei Anwendung von Hartpech ganz enorm und viel bedeutender als bei Stempelpressen mit widerstehendem Boden.

An die Preßmaschinen selbst stellt die Technik folgende Anforderungen: vor Allem eine einfache und feste Construction, welche möglichst wenig Menschenhände in Anspruch nimmt und bedeutender Kraftentwickelung ohne Stoß, ohne Bruch, ohne nachtheilige Erschütterung und ohne Beeinträchtigung der Schnelligkeit fähig ist.

Im Vorstehenden sind die allgemeinen Grundsätze zusammengestellt, nach welchen die Preßmaschinen und ihre

Digitized by Google

Wirkungen beurtheilt werden müssen. Wir werden uns in dem Folgenden mit den verschiedenen Constructionen dieser Apparate selbst beschäftigen, indem wir alle diejenigen übergehen, welche bei den ersten Anfängen der Briquette-Fabrikation Anwendung fanden; nur der Vollständigkeit halber führen wir an, daß man zuerst die Kohle durch den Schlag eines Rammblocks, später durch die Wirkung einer hydraulischen Presse formte und preßte.

A. Die Tangentialpressen, Formräder.

Milch-Presse. Im Jahre 1847 construirte der Ingenieur Alois Milch in Cöln eine Tangentialpresse zum Verdichten von Braunkohlensteinen, die lange Zeit auf den Salinen zu Artern und Dürrenberg im Gebrauche war. Auf der Peripherie eines gußeisernen Rades, des Formrades, hatte sie geschlossene Formen, in welche die zwischen Walzen zerkleinerte Braunkohle gefüllt und dann durch ein zweites kleineres Rad, das Preßrad, zusammengedrückt wurde. Die fertigen Kohlensteine wurden durch ein selbstthätiges Schlagwerk ausgestoßen, sobald die Form ihren tiefsten Stand erreicht hatte, und schließlich wurden die Steine auf einem Tuche ohne Ende forttransportirt. Die erhaltenen Steine kamen billiger als bei der alten Handarbeit, hatten aber eine nur ungenügende Festigkeit.

Die Fischer-Presse besteht aus zwei verticalen, in derselben Ebene stehenden Rädern von 12 bis 16 Fuß Durchmesser und 12 bis 14 Zoll Stirnbreite, die auf dem Umfange 20 bis 30 konische Formen tragen. Diese Formen füllen sich oben, werden dann an der Seite zusammengedrückt und entleeren sich hierauf unten auf ein Tuch ohne Ende.

Digitized by Google

Die Maschine, die früher zu Gosselies und Charleroy in Anwendung war, lieferte in der Minute 38 Briquettes von 5 Kilogramm Gewicht, die aber sehr mangelhaft gepreßt, also nicht stark genug verdichtet waren. Die Maschine erforderte zu ihrem Betriebe sieben Arbeiter.

Die David-Presse war ähnlich construirt wie die vorherige. Sie wurde im Jahre 1859 zu Montchanin, Havre, Caen und Brest zur Verarbeitung von englischer Kohle angewendet, verbrauchte 12 bis 15 Pferdekraft und kostete 33.000 Francs. Sie hatte zwei verticale Räder von 2·3 Meter Durchmesser, die gegeneinander arbeiteten, indem die Peripherie des einen Rades vertiefte Formen mit beweglichem Boden, das andere aber in diese Formen passende Zähne hatte. Beim Eingreifen des Zahnes in die Form wurde der bewegliche Boden nach außen gedrückt, so daß der Kohlenstein von zwei Seiten gedrückt wurde. Bei dem tiefsten Stande wurde er aus der Form herausgedrückt. Die Maschine leistete in 10 Stunden bei 27 Formen im Radkranze und zwei Umdrehungen in der Minute 30 bis 35 Tonnen Briquettes, die aber nur 1 Kilogramm schwer waren und sehr ungleich ausfielen.

Die Charlot-Presse wurde im Jahre 1860 für Frankreich patentirt und zuerst auf der Kohlengrube Languén und von der Chemin de fer du Midi zu Bordeaux angewendet. Sie ähnelt der vorherigen Presse, hat zwei gleich große Räder von 1·15 Metern äußerem Durchmesser und 13 Centimetern Kranzdicke. Der äußere Umkreis ist abwechselnd mit konischen Formlöchern und konischen Zapfen versehen, die gegenseitig ineinander greifen. Die unten offenen konischen Formräder füllen sich mittelst eines obenstehenden Trichters mit Masse. Durch den Zapfen wird bei jedem Begegnen eine neue Portion der Masse eingedrückt und gegen

Digitized by Google

die kleinere Formöffnung hingeschoben, so daß auf der inneren Radseite beständig aus jeder Form Kohlenkuchen hervortreten, die an einander hängen und durch ein Messer abgeschnitten werden. Für kleinen Betrieb mit weichen Kohlen und bei Weichpech als Bindemittel ist die Maschine ganz geeignet. Sie liefert mit 25 Pferdekraft in der Stunde 5 Tonnen kleiner Kohlensteine mit 9 Percent Bindemittel. Sie kostet 8000 Francs und ist von Voruz in Nantes gebaut.

B. Die Stempelpressen.

Alle Stempelpressen haben die gemeinsame Einrichtung, daß bei ihnen ein Stempel in verticaler Richtung, und zwar von oben oder unten, in eine Form gedrückt wird und diese nach jedem Hube entleert. Die Formen befinden sich auf einem hin und her gehenden Schlitten oder einem rotirenden Formtische, und der Stempel erhält die Pressung entweder direct durch Wasser- oder Dampfkraft oder indirect durch einen Hebel.

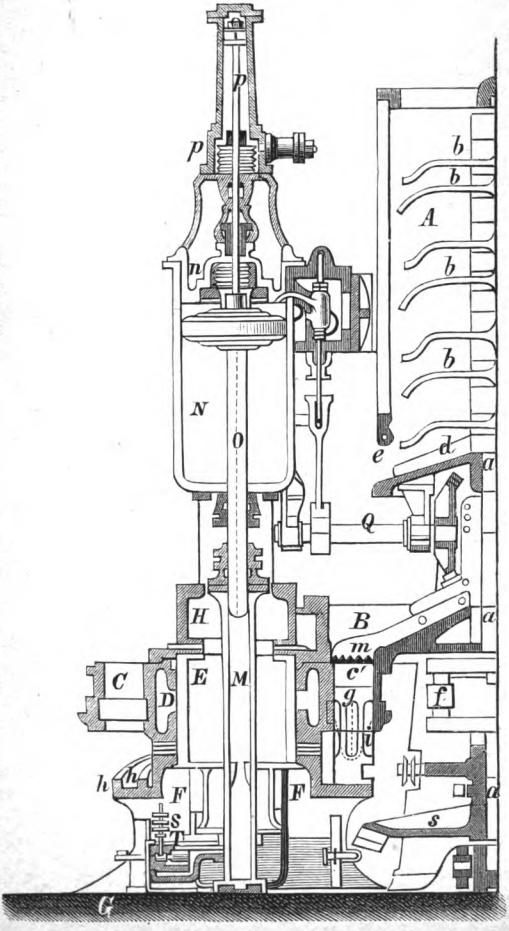
Presse der Société nouvelle des Forges et Chantières de la Méditerannée in Marseille (Director G. Fanjoux). Diese Presse ist von neuester Construction und erregte bei der Weltausstellung in Paris 1878 gerechtes Aufsehen. Sie ist in den wesentlichsten Theilen in Figur 1, Figur 2 und Figur 3 abgebildet; die Pressung beim Formen der Kohlenziegel soll mindestens 200 Kilogramm für 1 Quadratcentimeter, bei harten Kohlen aber bis 300 Kilogramm betragen.

Das Bindemittel soll aus Pech oder Theer bestehen, deren flüchtige Bestandtheile ausgetrieben sind; es ist zunächst mit dem Kohlenklein sorgfältig zu mischen, und zwar unter

Digitized by Google

entsprechender Erwärmung. Der Mischapparat A, welcher in Figur 1 zur Hälfte durchschnitten gezeichnet ist, hat zu dem Ende einen hohlen Mantel, gebildet aus zwei Blech-

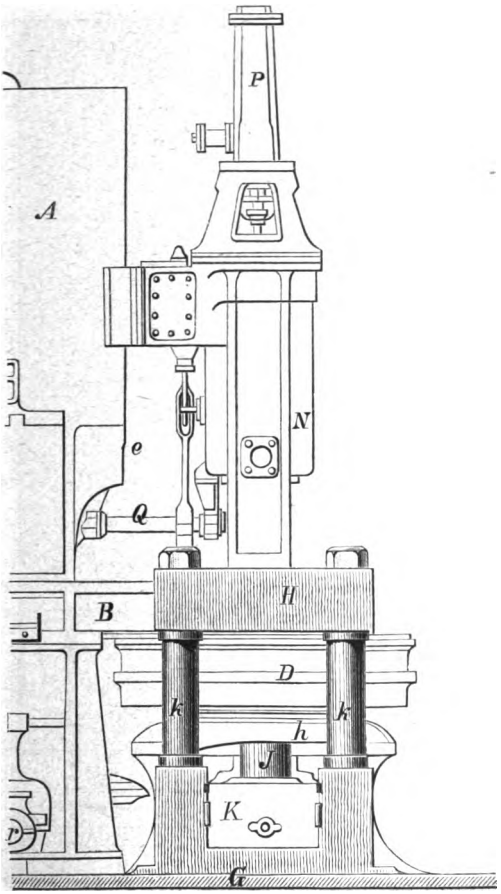
Fig. 1.



Digitized by Google

trommeln, erhalten; in den Hohlraum tritt der Dampf, welcher vorher zur Hervorbringung von Bewegungen diente.

Fig. 2.

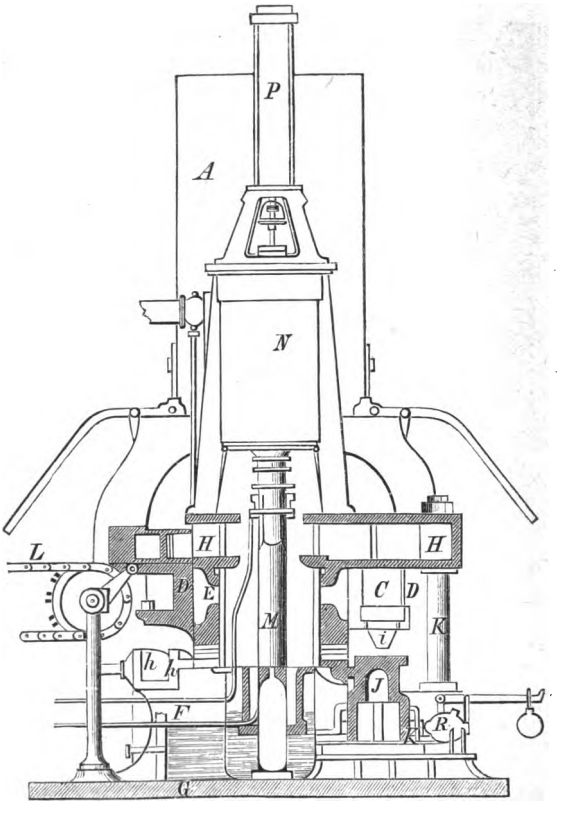


Im Innern von A dreht ſich eine ſenkrechte Welle a, welche mit einer Zahl von Flügeln b verſehen iſt, vermöge welcher

Digitized by Google

sie die in A aufgehäufte Masse durcheinander wirft und gleichzeitig nach unten drückt, so daß die dem sogenannten Thonschneider eigenthümliche Wirkung entsteht. Ueber dem

Fig. 3.



flach kegelförmigen Boden des Mischers drehen sich zwei Arme d, welche das Gemisch aus den Oeffnungen e nach außen befördern; es fällt sodann in eine kreisförmige

Digitized by Google

Rinne B, und zwar an die Orte derselben, an welchen sich Oeffnungen im Boden der Rinne befinden, zum Fortleiten des Gemisches in die Formen C. In zwei ringförmigen gußeisernen Körpern D sind je 4 Formen C angebracht. Da letztere wegen des in denselben auftretenden großen Druckes, bei gleichzeitiger Verschiebung des Gepreßten, bald abgenutzt werden, so hat man die Formen C mit Stahlfuttern versehen, um sowohl die Abnützung zu vermindern, als auch den Ersatz der abgeschliffenen einschließenden Flächen zu erleichtern. Die Formplatten D drehen sich um die starken hohlen Zapfen E, welche unter Vermittlung von je vier kräftigen Beinen F mit der Sohlplatte G der gesammten Einrichtung zusammenhängen; die Drehung findet ruckweise statt, indem die Kurbel f der stehenden Welle a mit Hilfe eines Schaltwerkes — die untere Eindrehung von f gehört zu der in Figur 1 links, die obere Eindrehung zu der rechts liegenden Formplatte — jede Formplatte D um je 90 Grad herumdreht. Die Böden g der Formen sind in senkrechter Richtung verschiebbar; sie stützen sich auf die geneigt liegenden Bahnen h und erhalten durch diese während der Drehung von D verschiedene Höhenlagen. Die hierbei zwischen den unteren Enden von g und den Bahnen h auftretende Reibung würde leicht ein Klemmen der Böden in den Formen hervorbringen, wenn die Führung eine kurze wäre; man hat daher hinter jeden Bogen g einen Lappen i an den Formplatten D angebracht (in Figur 1 ist der Lappen i nur punktirt zu sehen), welcher dem unteren Ende von g eine sichere Stütze gewährt.

Nachdem die unter der Rinne B befindliche Form C mit dem zu pressenden Gemisch gefüllt ist, bewegt das Schaltwerk die betreffende Formplatte um 90 Grad; die obere Oeffnung der in Rede stehenden Form C gelangt in

Digitized by Google

Folge dessen unter die mit einer Stahlplatte verkleidete starke gußeiserne Platte H, welche mittelst kräftiger schmiedeiserner Säulen k unmittelbar an der Stahlplatte G und mittelst Schrauben an dem Hohlzapfen E befestigt ist, sonach einem sehr kräftigen Druck, der zwischen ihm und der Stahlplatte auftritt, zu widerstehen vermag. Dieser Druck, dessen Ziel die Verdichtung des Gemisches ist, wird durch die geneigte Lage der Gleitflächen h eingeleitet, indem der betreffende Boden durch diese gehoben wird. Sehr groß kann derselbe indessen auf diesem Wege nicht werden, weil andernfalls die Reibung längs der Bahnen h zu erheblich würde. Man hat daher die Bahnen h unter derjenigen Stellung der Form C unterbrochen, welche um 90 Grad von dem ursprünglichen Platze derselben unter der Oeffnung der Rinne B in der Bewegungsrichtung abweicht, und die Unterbrechung durch den Kopf eines Preßkolbens J ausgefüllt, der in einem auf der Sohlplatte befestigten Stiefel K steckt. Indem dieser Kolben J mit wuchtiger Kraft sich erhebt, drückt derselbe den betreffenden Boden g nach oben und erzielt hierdurch die geforderte Pressung der zwischen dem Boden g und der festen Platte H eingeschlossenen Masse. Der Kolben J senkt sich hierauf, so daß das Schaltwerk im Stande ist, die Formplatte D weiter zu drehen; die Form verläßt damit ihren Platz unter H, die geneigten Bahnen h kommen wieder in Thätigkeit und der gepreßte Kohlenziegel wird allmälich aus der Form geschoben. Diametral dem Preßkolben J gegenüber ist der fertige Kohlenziegel über die Oberfläche von D gehoben; er wird durch eine geeignete Vorrichtung auf das Band L geschoben und von diesem nach dem Lagerplatz geschafft.

Die Spannung des Wassers unter dem Kolben J wird auf folgende Weise hervorgebracht. In der Mitte des

Digitized by Google

hohlen Zapfens E befindet sich der Pumpenstiefel M, welcher mit dem Stiefel K in geeigneter Verbindung steht. Der Mönchskolben O des Stiefels M ist gleichzeitig die Stange eines großen Kolbens, der zu dem Stiefel gehört. Mittelst eines Muschelschiebers vermag man Dampf über den großen Kolben zu leiten, so daß dieser, und mit ihm der Mönchskolben O niedergedrückt wird, also die geforderte Spannung unter dem Kolben J erzeugt. Nach vollzogener Umstellung des Muschelschiebers kann zwar der gebrauchte Dampf entweichen; das Eigengewicht des großen Kolbens mit Zubehör wird denselben aber in der eingenommenen Stellung festhalten, sofern nicht eine äußere Kraft ihn hebt. Diese äußere Kraft ist nun gegeben durch den kleinen mit M und N in einer Achse aufgestellten Stiefel P, beziehentlich durch den Kolben desselben, welcher an der Stange des großen Kolbens befestigt ist. Zu dem Stiefel P, und zwar unter seinen Kolben, hat der Kesseldampf fortwährend ungehinderten Zutritt, so daß die drei zusammenhängenden Kolben gehoben werden, sobald der Dampfdrück über dem großen Kolben aufhört.

Mit dem Zurückweichen von O gewinnt der Preßkolben J die Möglichkeit, niederzusinken. Da nun das Steuern des mehrgenannten Muschelschiebers von der Welle Q aus stattfindet, letztere aber mittelst Kegelräder von der stehenden Welle a aus betrieben wird und mit ihr gleich viele Umdrehungen macht, so wird nach jeder Wirkung der Kurbel f, also nach jedem Drehen der Formplatte D um 90 Grad die Presse in der beschriebenen Weise in Thätigkeit treten, sofern nur das zum Bewegen des Schiebers bestimmte Excenter in richtiger Weise auf der Welle Q befestigt ist.

In der Regel wird jeder Form die zutreffende Menge des Gemisches zugeführt, indem eine Häufung abgestrichen

Digitized by Google

wird, sobald die Form die Oeffnung im Boden von B verläßt. Es liegt indessen die Möglichkeit vor, daß das Gemisch zufällig von vornherein zu fest in die Form gepreßt wird, so daß vielleicht der Druck, welcher später durch den Preßkolben gegeben wird, zu groß ausfällt. Um einen derartigen Zufall unschädlich zu machen, hat man zwei Sicherheitsventile R (Fig. 3) und S (Fig. 1) angebracht; ersteres ist mit Hebelbelastung, letzteres mit Federbelastung versehen. Aber auch an das mögliche Vermindern der in K, M und der zugehörigen Leitung befindlichen Wassermenge ist gedacht, indem ein Saugventil T (Fig. 1) angeordnet ist, welches von dem zwischen den vier Beinen F befindlichem Wasserbehälter Ersatz zu nehmen gestattet. Der Hub der drei den Stiefeln M, N und P angehörenden Kolben wird durch Federbuffer n und p beschränkt; ich halte diese Anordnung für die schwächste Leistung des Constructeurs.

In dem Vorhergehenden ist vielfach nur von einer Presse und Zubehör die Rede gewesen, es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß die andere Seite der gesammten Einrichtung gerade so ausgeführt ist und functionirt wie die erste. Sofern aus einer der Oeffnungen e des Mischers A eine größere Menge der Masse ausgeworfen wird als aus der andern, so sorgt die mit der Welle a verbundene Kratze m für die Ausgleichung. Sie bewegt sich bei jeder Drehung von a einmal in dem Troge B herum und befördert hierbei das, was auf einer Stelle zu viel vorhanden ist, nach der Stelle, an welcher etwa Mangel vorhanden sein sollte. Man kann daher auch mit nur einer Presse arbeiten; da die stillstehende Hälfte kein Kohlengemisch aufnimmt, so befördert die Kratze m das hierher fallende nach der anderen Presse. Freilich muß die Gesammtmenge des zur Mischung, beziehentlich zum Ausfluß Gelangenden entsprechend geregelt werden.

Digitized by Google

Eine besondere Dampfmaschine dreht die liegende Welle r, von welcher aus mittelst Kegelrad s die der stehenden Welle a erfolgt. Es soll die Maschine innerhalb 24stündiger Thätigkeit mittelst beider Pressen umformen:

in Steinen	von	etwa	10	Kilogramm	Gewicht	580	Tonnen
»	»	»	5	»	»	320	»
»	»	»	2·5	»	»	172	»
»	»	»	1·25	»	»	96	»

E. Couillard'sche Presse. Auch diese Presse war bei der Pariser Weltausstellung im Jahre 1878 in Function. Sie ist weniger leistungsfähig, mindestens nicht im Stande, so stark zu pressen, als die soeben beschriebene. Die Mischung findet bei dieser Presse ebenfalls in einer Maschine statt, welche dem Thonschneider ähnlich ist. Dieselbe drückt aber das Gemisch unmittelbar in die Oeffnungen der Formplatte; letztere wird durch eine Schnecke gedreht, bewegt sich also nicht ruckweise; die Pressung erfolgt lediglich durch das Heben der Formböden, die meistens auf geneigten Bahnen gleiten, aber unter der die Formen oben abschließenden Platte durch eine Rolle gehoben werden, um die hier dem hohen Druck entsprechende gesteigerte Reibung zu vermindern.

Gebrüder Boulet'sche Presse, zu gleicher Zeit in Paris ausgestellt. Bei dieser Presse bewegen die Formplatten sich ruckweise und pressen von oben unter Anwendung einer Kurbel.

Beide letztgenannte Verfahren haben den Mangel gemein, daß bei Ueberfülluug der Formen die Pressung zu groß wird und hierdurch möglicherweise Brüche der Maschine eintreten, bei zu geringer Füllung der Formen aber die Pressung ungenügend ausfällt. (H. Fischer. »Dingl. pol. Journ. 232.)

Digitized by Google

Die Marsais-Presse, die im Jahre 1842 zum ersten Male functionirte, ist eine gewöhnliche hydraulische Presse, die in einer sehr starken Form aus Gußeisen von 70 Centimeter im Quadrat und 1·20 Meter Höhe 465 Kilogramm Kleinkohle sammt Bindemittel in 8 bis 10 Minuten auf $^1/_3$ des Volumens zu einem Blocke zusammengepreßt.

Trotzdem der dabei ausgeübte Druck 100 bis 120 Atmosphären betrug, erhielt der Block doch wegen seiner Größe eine sehr ungleiche Dichte. Im Jahre 1864 war diese Presse noch zu Givors in Frankreich in Gebrauch und machte mit einem Aufwande von 12 bis 15 Pferdekraft in 24 Arbeitsstunden 60 Tonnen Briquettes.

Die Revolier-Presse, die eine Verbesserung der vorigen ist, hat mehrere Formen in einem hin- und hergehenden Schlitten. Sie ist, wegen des bei ihr langsam gesteigerten Druckes zum Pressen von nassem Kohlengrus sehr geeignet, weil das Wasser Zeit hat, aus ihm auszurieseln. Sie paßt für kleinere Betriebe und machte zu Nantes mit 35 Pferdekraft bei 600 Atmosphären Druck in 24 Stunden 100 Tonnen Kohlensteine. Ihr Anschaffungspreis ist 92.000 Francs.

Die seit 1846 bestehende Poplin-Ducarre-Presse preßt gleichfalls mit hydraulischem Druck bei der Fabrikation von Charbon de Paris cylinderförmige Briquettes, und zwar mehrere auf einmal, die dann durch einen zweiten Stempel aus der Form ausgestoßen wurden.

Die Pressen von Morcau und David sind ähnlich wie die früheren, langsam wirkende hydraulische Pressen, die aber für harte Briquettes nicht verwendbar sind.

Middleton-Presse von dem Engländer Middleton im Jahre 1845 construirt und bald nach ihrer Einführung

Digitized by Google

mit erheblichen Verbesserungen versehen, die in folgender Beschreibung und Zeichnung bereits enthalten sind.

Die Presse ist ebenfalls eine Stempelpresse und besteht im Wesentlichen aus einer Reihe von Formen, die in einer starken gußeisernen Drehscheibe angebracht sind; letztere ruht auf einer festen Platte, welche selbst den Boden der Formen bildet.

Die Bewegung der Drehscheibe führt nacheinander jede dieser Formen:

1. unter einen Mischer oder Vertheilungstrichter, aus welchem sie die vorbereitete Masse aufnehmen;

2. unter eine gußeiserne Ramme, welche mit Hilfe eines Kniehebels eine kräftige anhaltende Pressung ausübt;

3. unter eine zweite, an der ersten befestigte Ramme, unter welcher die feste Platte fehlt. Auf diese Weise fällt der zusammengepreßte Ziegel aus der Form und entweder in die Hände eines Arbeiters oder auf ein Tuch ohne Ende.

Die Figuren 4 und 5 veranschaulichen diesen Apparat im Durchschnitt und Aufriß.

A A sind zwei gußeiserne Riemenscheiben, von denen die eine leer geht, die andere dagegen treibt und welche mit Hilfe von Riemen die Bewegung der Maschine übertragen.

B ist die Welle dieser Riemenscheiben mit einem Schwungrade.

C C sind zwei Getriebe auf der Welle B, welche in die beiden auf der gekröpften Welle E lagernden Zahnräder D D eingreifen.

F Kurbelstange, welche eine hin- und hergehende Bewegung von der gekröpften Welle E erhält und wiederum eine abwechselnd verticale Bewegung dem gußeisernen Stempel G mittelst zweier Kniehebel H H mittheilt. Das Ende des oberen Hebels ist ein fester Punkt.

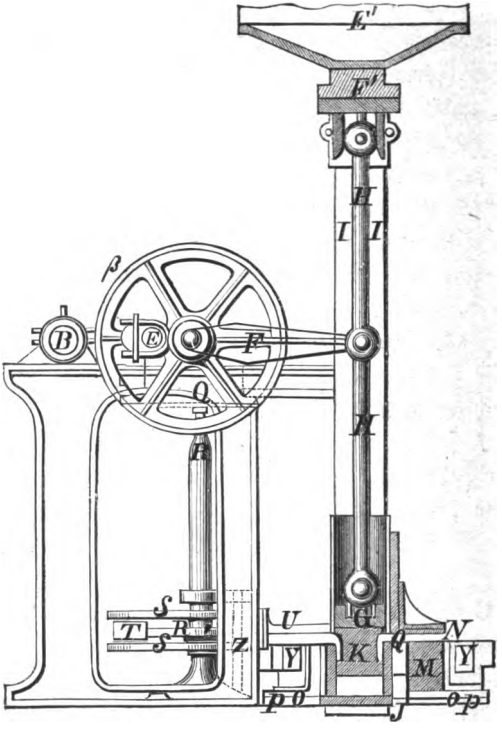
Digitized by Google

H Führung des Stempels G.

K Rammenblock.

L zweiter Rammenblock, welcher den Ziegel aus der Form zu drücken hat und an dem Stempel G befestigt ist, Er paßt in eine Oeffnung Y, welche dieselben Dimensionen

Fig. 4.



wie die Formen hat und in der festen Scheibe P angebracht ist.

M bewegliche Scheibe von Gußeisen, zehn Formen enthaltend.

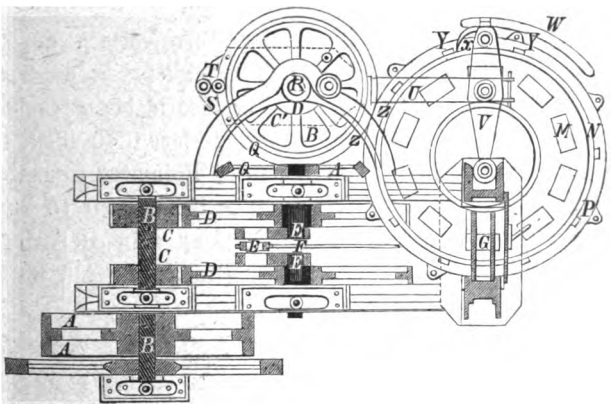
Digitized by Google

N eiſerner Kranz, welcher um die Scheibe herumgelegt iſt.

O Kranz von Gußeiſen, welcher zur Führung der Scheibe M dient, auf der Scheibe P feſtgeſchraubt und ſomit an das Fundament befeſtigt iſt.

Q Q zwei Winkelräder, welche die Bewegung der gekröpften Welle der Verticalwelle R übertragen; auf der letzteren iſt ein Daumen R' angebracht, welcher dem Rahmen S eine wiederkehrend geradlinige Bewegung ertheilt.

Fig. 5.



Derſelbe beſteht aus zwei Parallelſcheiben von Eiſenblech, welche durch Achſen vereinigt und mit Rollen verſehen ſind.

U Lenkſtange, den Rahmen S mit dem Balancier V zu verbinden, deſſen Ende (a) ein feſter Punkt iſt und deſſen Bewegung von einem kreisförmigen Führer W geleitet wird.

X Sperrkegel, welcher die Scheibe M fortſchiebt und in die Zähne des Sperrrades V V eingreift.

Digitized by Google

Z eiserner Bogen, dessen Function es ist, genau die Bewegung der Drehscheibe zu hemmen, wenn eine der Formen sich unter dem Rammblock befindet.

Dieser Bogen ist an einer kleinen Welle A' befestigt, auf welcher ebenfalls ein Hebel B', der den Druck von der Feder C' erleidet, angebracht ist.

D' kleiner Daumen auf der Verticalwelle R und auf B wirkend.

E' Behälter von Eisenblech, welcher mit Steinen oder Eisenstücken angefüllt ist und einen Druck von 50.000 Kilogramm auf den festen Schuh F der Kniehebel ausübt.

Die gewöhnlichen Dimensionen der Formen auf den meisten Werken von Charleroy sind 0·30 Meter in der Länge und 0·20 Meter in der Breite. Die Stärke der Drehscheibe ist 0·22 Meter, der Rammblock dringt hier 0·10 Meter ein. Die Mischung wird also auf $^6/_{11}$ ihres Volumens zusammengepreßt. Der Apparat liefert leicht in der Minute 15 Ziegel von 8 bis 9 Kilogramm Gewicht. Wenn man 10 Arbeitsstunden rechnet, kann die tägliche Production auf 60 bis 70 Tonnen sich belaufen.

Wenn die Ziegel auf einem Tuche ohne Ende aufgefangen werden, genügt ein einziger Arbeiter zu dem Betriebe des Apparates. Zum Beladen der Wagen sind 2 oder 3 Personen erforderlich.

Im Jahre 1859 arbeitete eine solche Presse zu Sartsau-Berleur mit 25 Pferdekraft und machte aus einem Gemenge von Kleinkohle und Weichpech 10 Kohlensteine von 7·2 Kilogramm in der Minute oder 50 Tonnen in 12 Stunden.

Eine solche Presse übte zu Mährisch-Ostrau einen Druck von 50.000 Kilogramm auf eine Stempelfläche von

Digitized by Google

24×13 Centimeter aus und erzeugte Kohlensteine von 10 Centimeter Dicke, von denen 12 einen Centner wogen.

Detombay in Belgien führte als hauptsächlichste Verbesserung ein, daß die Stempel nicht erst jedesmal in die Formen eingestoßen zu werden brauchten; es befand sich im Gegentheile in jeder Form ein permanenter Stempel, der nur von unten nach oben in dieselbe eingepreßt wurde, sobald er an die Presse kam, während die obere Formöffnung während der Pressung durch einen schweren Klotz aus Gußeisen geschlossen gehalten wurde, indem sich der Formtisch gegen ihn anpreßte. Der unten hervorstehende permanente Preßkolben rückte nach erfolgter Pressung auf einer schiefen Ebene vor und stieß sich hierbei noch tiefer in die Form hinein, sie auf diese Weise entleerend. Diese letzte Verbesserung, nämlich das Einpressen des Stempels beim Vorrücken auf der schiefen Ebene, um den fertigen Kohlenstein auszustoßen, ist von Bouriez zuerst im Jahre 1864 zu Marchienne ausgeführt worden. Die dort aufgestellte Maschine arbeitete mit 15 Pferdekraft und lieferte bis zu 15 Tonnen Briquettes in der Stunde, die bei 350 Kilogramm auf einen 9 Centimeter Druck erzeugt wurden. Zu Sarts-au-Berleur, wo die Maschine 10 Jahre ohne wesentliche Abnützung functionirte, lieferte sie mit 20 Pferdekraft 5 bis $5^1/_2$ Tonnen Briquettes in der Stunde; zu Montigny und Marcinelle machte sie 10 Tonnen in 12 Stunden, und zwar waren die Kohlensteine von 5 bis 9 Kilogramm Gewicht. Da die Presse langsam wirkt, ist sie auch zum Pressen von nassen Kohlen geeignet.

Von Haurez wurde die Middleton-Presse dadurch verbessert, daß er die Hebelarme ungleich machte und einen hydraulischen Contre-Balancier einführte. Diese zu Couillet aufgestellte Maschine übte 115 Atmosphären Druck aus und

Digitized by Google

machte mit jedem Hube zwei Briquettes, oder bei 17 Huben in der Minute 34 Briquettes à 5 Kilogramm, oder 10 Tonnen in der Stunde mit einem Kraftverbrauche von nur 10 Pferdekraft und einer sehr großen Ersparung an Arbeitslohn.

Die Middleton-Presse ist außer in Belgien noch in Frankreich, in England, zu Barruelo in Spanien, zu Genua, Livorno und Neapel in Italien, endlich zu Fünfkirchen Ostrau und Rossitz in Oesterreich im Gebrauch. Die Maschine empfiehlt sich durch die Einfachheit und Dauerhaftigkeit ihres Mechanismus, sowie durch ihren Kostenpreis.

Die Bouffioulx-Presse, die 1859 erbaut, aber 1861 wieder aufgegeben wurde, hatte Formen in einem hin- und hergehenden Schlitten und wendete, mittelst eines Dampfkolbens, directen Dampfdruck auf den Preßstempel an.

Die Revolier-Presse mit rotirendem Formtische besteht seit 1861 zu Blanzy, Portes, Senechas, besonders großartig zu Anzin. Sie unterscheidet sich von den früher beschriebenen Pressen dadurch, daß sie mit einem Hube 20 bis 40 kleine Briquettes preßt, deren Formen in vier Abtheilungen angeordnet sind, von denen jede ein Viertel des Drehtisches bildet. Jede Form hat einen permanenten Preßstempel, der mittelst hydraulischem Druck von unten eingestoßen wird, während sich das obere Ende der Form durch einen feststehenden schweren Block aus Gußeisen schließt, unter den sich die Formen geschoben haben. Durch Gleiten der Stempelenden auf einer schiefen Ebene geschieht das Ausstoßen der mit jedem Hube gepreßten Kohlensteine. Die Maschine liefert mit 60 bis 70 Pferdekraft in 24 Stunden 200 Tonnen Briquettes und kostet 170.000 Francs.

Digitized by Google

C. Die continuirlichen Pressen.

Während bei den Stempelpressen die Formen geschlossene Böden haben, wird bei den continuirlichen Pressen dagegen die Masse in eine an beiden Enden offene cylindrische Form mittelst eines Stempels eingetrieben, der keinen andern Widerstand findet als den der Reibung der Masse selbst gegen die Wände der Form. An dem offenen Ende tritt die Masse aus und wird dort mit einem Messer abgeschnitten. Auf diese Weise bilden sich cylindrische Briquettes, auf deren Fabrikation wir weiter unten ausführlich eingehen werden. Vorerst wollen wir nur die zu diesem Zwecke dienenden gebräuchlichsten Pressen einer Abhandlung unterziehen.

Bessemer-Presse, die am 11. October H. Bessemer für England patentirt wurde, ist eine continuirliche Presse mit hin- und hergehendem Preßkolben für das Pressen von durch Erwärmung erweichter fetter Steinkohle.

Morcau-Devinck-Presse. Im Jahre 1846 wurde Morcau die Construction dieser Presse für Frankreich patentirt. Sie ist ebenfalls eine continuirliche Presse, bei der eine etwas konische Schraube ohne Ende die Masse durch eine engere cylindro-konische, offene Röhre hindurchpreßt, aus der sie in einer zusammenhängenden wurstartigen Masse austritt, die dann in Stücke geschnitten wird. Die Presse ist nur für weiches Material anwendbar und wurde vorzüglich zur Darstellung der Charbon-de-Paris verwendet.

Evrard-Presse von F. Dehaynin verbessert. Die wesentlichen Theile dieser Maschine sind folgende durch die Figur 6 versinnlichte:

1. Eine kreisförmige Scheibe L mit einer Rotations-Bewegung um eine Verticalwelle, zur Vertheilung der zusammen zu pressenden Masse in die Formen.

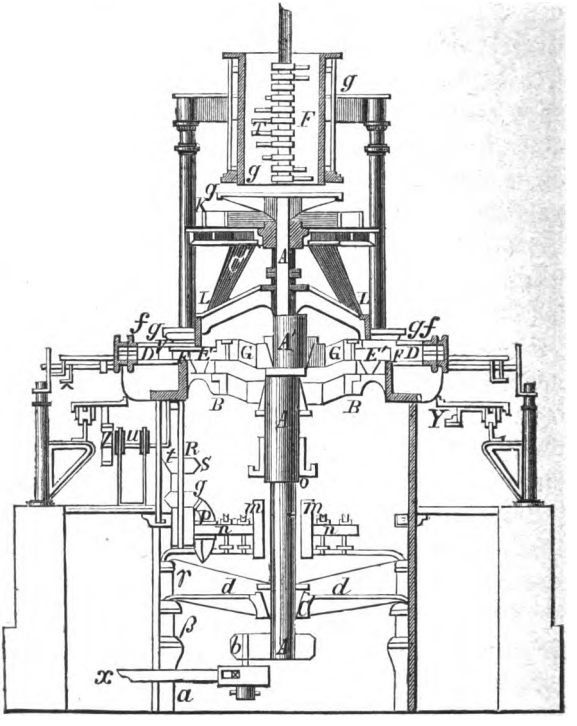
Digitized by Google

2. Eine zweite feste Scheibe B, auf welcher 16 cylindrische Formen aufgeschraubt sind.

3. Ein Excentrik G auf der Hauptwelle, durch welches die Kolben in die Formen getrieben werden.

4. Eine Drehbrücke V, welche die Briquettes beim

Fig. 6.



Verlassen der Formen aufnimmt. Alle Bewegungen des Apparates sind auf eine einzige Verticalwelle concentrirt, welche selbst von zwei horizontalen Maschinen bewegt wird; zwei im rechten Winkel zu einander stehende Räder über-

Digitized by Google

nehmen die Vermittlung. Der ganze Apparat ruht auf einem gußeisernen Cylinder, welcher aus mehreren einzelnen etagenförmig über einanderstehenden Kronen ($\alpha\ \beta\ \gamma$) gebildet ist, die mit Hilfe von Bolzen an einander befestigt sind. Diese Einrichtung giebt dem Apparat eine große Festigkeit.

Die Welle A ist an dem unteren Theile mit 2 Krummzapfen b versehen, die im rechten Winkel mit einander verbunden sind und welche durch die gleichzeitig einwirkende Kraft zweier horizontalen Dampfmaschinen X betrieben werden.

Ein über den Krummzapfen b angebrachtes Excentrik leitet die Bewegungen der Dampfschieber.

Die Welle A wird von einem Kreuz d aufgenommen, welches in der Mitte mit einer Pfanne C versehen ist.

Dieselbe Welle ist bei A excentrisch, geht durch die Nabe des Excentriks G, welche dazu dient, die Stempel E der Formen zu bewegen. Ueber dem excentrischen Theil A wird die Welle schwächer, oder richtiger, sie setzt sich fort in eine Welle von schwächeren Durchmesser A", welche einerseits mit den Armen f des Rührers, andererseits mit dem konischen Rade h versehen ist, welches das Paternosterwerk der Kohlen treibt.

Die Welle A ruht auf einem Kranze V und dieser liegt auf mehreren Rollen m m, welche an dem Ende der Horizontalwellen n n angebracht sind. Die Reibung der Platte O auf den Rollen m m bewirkt die Umdrehung der Wellen n n, welche selbst Transmissionswellen sind.

Sie liegen an dem einen Ende auf einem konischen Rade p auf, welches in ein konisches Rad g greift und auf der Verticalwelle R lagert. Diese Welle R ist mit einem Getriebe S versehen, das in ein konisches Rad t greift, welches seinerseits an dem einen Ende einer Welle u angebracht ist.

Digitized by Google

Dieses trägt ein Getriebe V, welches in eine Zahnstange greift, die an dem Umfange einer Drehbrücke y angebracht ist und ihr eine Rotationsbewegung ertheilt. Das konische Rad v^1 am Ende der Welle R steht mit einer kreisförmigen Winkelzahnstange in Eingriff, die sich am Umfange der vertheilenden Drehscheibe L befindet und sich ebenfalls um die Welle A dreht.

Die Formcylinder D sind jeder für sich auf die Arme der Scheibe B festgeschraubt; g ist die Füllöffnung für das Material, die wechselweise von dem Stempel geschlossen und geöffnet wird.

Die sehr zweckmäßige Vorrichtung, durch welche der Druck beim Austritt regulirt wird, bildet einen der wesentlichsten Theile des Apparates. Das obere Ende der Form ist um F drehbar, d. h. es besteht aus einem cylindrischen Deckel mit einer Abschrägung von 5 Millimetern. Eine Feder, die mit Hilfe von Schraubenbolzen gestellt ist, wirkt auf diesen Deckel und gestattet auf diese Weise die Verengung der Ausgangsöffnungen.

Die Stempel E spielen frei und in der Richtung der cylindrischen Längsachse. Ihre Bewegung wird durch das Excentrik G bewirkt, welches nacheinander den Vor- und Rückwärtsgang bestimmt.

Dieses Eintreiben beträgt ungefähr 30 Millimeter, der vollständige Gang aber 45 Millimeter.

Die Stempel sind mit einer gußeisernen Muffe versehen und können im Falle der Abnützung leicht erneuert werden; ihre Stangen sind prismatisch und werden durch Einschnitte geführt, welche in dem Metallkreise E^1 angebracht sind.

Die leeren Räume zwischen dem Körper des Excentriks G, welcher die Stempel treibt, und seinem äußeren Kranze, der

Digitized by Google

sie zurückzieht, gestatten das Einschmieren der reibenden Oberflächen.

Um Briquettes von stets gleichem Gewichte zu erhalten, nimmt ein Support mit Gegengewicht dieselben beim Verlassen aus der Form auf. Sobald sie eine Länge von 30 bis 35 Centimeter haben, bringt das Gewicht derselben das Support zum Schwanken. Das cylindrische Kohlenstück bricht an dem äußeren Rande der Form ab und fällt auf die Drehbrücke.

Die Vertheilung der Mischung in die Formen ist leicht ersichtlich. Die in das Rührwerk g eingeführte Masse fällt auf die feste Eisenplatte g^1. Eine Reihe von Kratzeisen der Welle des Rührwerkes leeren die Masse in den kreisförmigen Ring h^1, welcher an den Säulen des Gebäudes befestigt ist. Andere Kratzeisen, wie die ersteren, an der beweglichen Welle des Mischers befestigt, führen alsdann das Material in die Canäle c^1, welche es auf die bewegliche Scheibe L bringen. Feste Kratzeisen, zuweilen auch Kinder, welche man auf das Gerüst stellt, streichen alsdann die Mischung in die leeren Formen.

Wenn die Stempel einen Durchmesser von 12 und einen Lauf von 3 Centimetern haben, sowie 30 Pressungen in der Minute machen, so beträgt die Production in der Stunde 10 Tonnen. Man erreicht dieses Resultat leicht.

Man kann nach Evrard annehmen, daß der durch die Stempel entwickelte Druck 100 Kilogramm per Quadratcentimeter entspricht.

	Pferdekraft
Die Thätigkeit des Apparates erheischt alsdann	35·5
Wenn man annimmt, daß die Reibung der Triebmaschine $^1/_{10}$ des Nutzeffectes wegnimmt, so sind dies	3·55
	39·05

Digitized by Google

	Pferdekraft
	39·05
daß das Zusammenpressen der Briquettes, ehe dasselbe fortgeschoben wird, $^1/_5$ dieser Arbeit in Anspruch nimmt, so sind dies	7·10
das Paternosterwerk und der Mischer	3·85
so erhält man als Totalsumme	50·00

das heißt 5 Pferdekraft auf die Tonne der Production in einer Stunde.

Von anderer Seite wird behauptet, daß die Reibung in den Preßcylindern so groß sei, daß sie 70 Percent der ausgeübten Kraft in Anspruch nimmt.

Die Evrard-Presse wurde zuerst zu Chazotte, dann auf der »Grand-Combe« ausgeführt und steht außerdem im Gebrauche zu Brassac, Epinac, Graissesac in Frankreich; zu Gosselies, Montigny in Belgien und zu Brandeisl in Böhmen.

Die Evrard-Bouriez-Presse ist eine Verbesserung der vorigen und wurde im Jahre 1868 nach den Angaben von Bouriez von P. Haurez für die Fabriken zu Marchienne und Erquelines gebaut. Diese Maschine hat einen Preßcylinder mit rechteckigem Querschnitte und abgerundeten Ecken, und zwar zu Marchienne 18 × 28 Centimeter und zu Erquelines 14 × 22 Centimeter. Bei der ersten ist der Kolbenhub 15, bei der zweiten 12 Centimeter. Bei einem Aufwande von 40 Pferdekräften macht die Maschine zu Erquelines in 12 Stunden 70 Tonnen Briquettes bei 30 Spielen in der Minute. Diese Maschine soll auch die Anwendung von Hartpech gestatten, doch aber soll die Reibung und der Kraftverlust sehr groß sein.

Evrard-Dehaynin-Presse. Auf der Weltausstellung von 1878 zu Paris war die Zeichnung dieser von Felix Dehaynin vervollkommneten Maschine ausgestellt,

Digitized by Google

welche folgende Zusammensetzung hat. Zu unterst befindet sich eine 70pferdige, liegende Dampfmaschine, deren Kurbelwelle senkrecht angeordnet ist. Ueber dem Kurbellager befindet sich ein Halslager mit Kämmen, welches die Welle in senkrechter Richtung stützt. Ueber diesem Lager ist die Welle wenig gekröpft und von einem Halsringe umgeben, an welchem die Lenkstangen von in 16 strahlenförmig um die Welle gelagerten Pressen greifen. Weiter oben betreibt die senkrechte Welle geeignete Vorrichtungen zum Mischen des Kohlenkleins mit dem Bindemittel und zur Vertheilung des Gemisches an die einzelnen Pressen. Die gesammte Anordnung machte den Eindruck einer gut durchdachten Construction.

D. Darstellung hohler Briquettes.

Der Vollständigkeit halber führen wir noch zwei Apparate an, welche zur Darstellung hohler Briquettes bestimmt waren, und zwar:

1. Die David-Presse. Mit diesem Apparate kann man Briquettes aller Formen und Dimensionen, ganz besonders aber röhrenförmige erzeugen.

Das Zusammenpressen der Briquettes und das Herausnehmen derselben aus den Formen geschieht durch die Wirkung einer sich in verticaler Richtung bewegenden Hauptwelle, und zwar an dem unteren Theile derselben. Die Formen befinden sich an einer horizontalen Drehscheibe; die Masse wird darin von oben nach unten durch Stempel zusammengepreßt. Das Herausnehmen aus den Formen geschieht von unten nach oben durch die Wirkung von Gegenstempeln, welche mit einer Platte verbunden sind, die während des Druckes ein festes Hinderniß bilden.

Digitized by Google

Zwei Rollen, eine Leer- und eine Triebrolle, welche ihre Bewegung von der Maschine erhalten, bedingen die Umdrehung einer Horizontalwelle mit Schwungrad und wirken gleichzeitig auf vier Getriebe, welche eine Kurbelwelle drehen. Die Kurbel beherrscht durch eine dazwischen liegende Führung die Hauptwelle der Maschine.

Eine Welle trägt an ihrem oberen Theile ein Kreuz mit vier Armen, von welchen jeder dieser vier Stempel empfängt, welche durch vier Stampföffnungen geführt und geschlossen werden und mit dem früher erwähnten Kreuz in Verbindung stehen.

Zwischen dem Vorsprunge dieser Stempel und dem Boden dieser Oeffnungen befinden sich Kautschukscheiben, welche durch kräftig angezogene Schraubenmuttern zusammengepreßt sind. Diese Scheiben geben in dem Falle nach, daß ein Uebermaß von Masse und demgemäß von Druck den Stempeln entgegengestellt wird. Letztere bilden an ihrer Basis keinen vollen Kreis, sondern entsprechende Oeffnungen, je nach der gewünschten Beschaffenheit der Kohlencylinder.

Ein Trichter, welcher die zusammengepreßte Masse enthält, führt sie in Trichtertaschen, wo sie von Stempeln ergriffen wird, um in prismatische oder cylindrische Formen gestampft zu werden, die an einem Formenträger befestigt sind.

Diese Formen erhalten eine drehende Bewegung, sowie die früher erwähnte Welle eine aufsteigende macht, die durch ein Excentrik einer verticalen Welle bewirkt wird. Die letztere Welle trägt am unteren Ende ein Getriebe, in welches ein Winkelrad einer Welle eingreift. Das Excentrik wirkt auf acht Frictionspflöcke, welche an den Formenträgern befestigt sind. Da das Verhältniß der beiden Getriebe wie 1 : 2 ist, so folgt daraus, daß bei einer Umdrehung der Maschine

Digitized by Google

das Excentrik zwei Umdrehungen macht und zwei Bewegungen des Formenträgers bewirkt. Die erste dieser Bewegungen findet statt, wenn die Welle am Ende ihres aufsteigenden Ganges ist; sie führt die Formen unter die Taschen zur Füllung. Die zweite Bewegung geht nach der Zusammenpressung, d. h. am Anfang des aufsteigenden Laufes der Welle vor sich und führt die Formen in den Zwischenraum der Taschen, wo die Entleerung vor sich geht. Dies wird durch eine bewegliche Platte, auf welcher die Ausstampfer befestigt sind, erreicht.

Die Platte ruht auf dem inneren Kranze des Gerüstes. An eben dieser Platte sind die Stangen der Ausstampfer befestigt, so daß sie während des Zusammenpressens der Masse als Stütze und Schranke dienen. Diese Platte wird durch die Verstärkung einer Führung gehoben. Die Ausstampfer treten alsdann in die Formen ein und schieben die Briquettes heraus. Endlich zieht ein Formenträger die Platte durch die Stangen und die Frictionspflöcke mit sich fort.

Da die Kraftentwickelung zur Weiterbewegung der Formen nach der Zusammenpressung und somit zum Zerschneiden der Briquettes sehr beträchtlich ist, so endet eine Welle in einen kleinen Daumen, welcher mit einem sehr kleinen Hebel einer Druckplatte befestigt, auf die Peripherie des Formenträgers wirkend, zunächst die Briquettes zerschneidet. Die Bewegung der Form wird alsdann von einem Excentrik fortgesetzt.

Mehrere Formen dienen zur Darstellung der vollen cylindrischen Briquettes. Um hohle Kohlenziegel hervorzubringen, reicht es hin, eine andere Form an die Stelle zu setzen und einige Veränderungen bei dem Ausstampfen anzubringen. Diese Form unterscheidet sich von den anderen durch eine durchlöcherte Scheibe an ihrem unteren Theile

Digitized by Google

welche die im Mittelpunkte der Formen angebrachten Stiele oder Spindeln aufnimmt.

Die Ausstampfer sind dann insoferne anders, als ihre obere Platte eine durchbohrte Oeffnung zeigt, in welcher die Spindel geht, während das Ende der Ausstampfer sich in zwei Stiele theilt, die durch die Oeffnungen einer Scheibe gehen.

Diese Ausstampfer treten einfach an die Stelle der früheren und sind, wie jene, an eine Platte befestigt, ohne die Construction, noch den Gang der Maschine irgendwie zu verändern.

2. Bouriez-Presse. Diese Maschine zeigt eine neue Anwendung des sich in den Röhren entwickelnden Widerstandes, wenn man unter der Wirkung eines Stempels pulverförmige Materialien durchtreiben läßt. Sie bringt ebenfalls wie die vorige Presse röhrenförmige Kohlenstücke von unbestimmter Länge hervor.

Die wesentlichen Theile dieses Apparates sind:

Ein Träger von Gußeisen, in welchem sich vier Formen von cylindrischer Gestalt mit einer Füllöffnung befinden.

Vier Kolben ohne Dorne, welche sich in schwächere Stangen verlängern und in dem Innern dieser Formen hin- und herbewegen.

Ein weiterer gußeiserner Träger trägt alle Theile der Maschine.

Eine liegende Welle empfängt die Bewegung von der Dampfmaschine durch zwei Rollen, und zwar eine Trieb- und eine Leerrolle.

Ein Schwungrad befindet sich auf einer Welle, auf welcher auch zwei Getriebe befestigt sind, welche in zwei Stirnräder einer gekröpften Welle eingreifen; diese letztere führt eine Kurbelstange, deren unteres Ende mit zwei Hebeln

Digitized by Google

verbunden ist. Der Hebel zur Rechten dreht sich um einen festen Punkt, während am linken Hebel ein gußeiserner Rahmen sitzt, mit welchem vier Kolben in Verbindung stehen. An dem Ende dieser Kolben befinden sich schwächere Stangen, welche die Höhlung der Briquettes bilden. Die Kolben bewegen sich abwechselnd hin und her in vier cylindrischen Oeffnungen von gleichem Durchmesser des gußeisernen Balkens, welcher auf dem Gerüste befestigt ist.

Durch zwei Oeffnungen dringt die zusammenzupressende Masse bei jedem Rückgange des Rahmens in die Formen, deren Bewegung durch eine Kurbelstange und einen Kniehebel erfolgt.

Ein Messer zerschneidet die Kohlencylinder in passende Längen; dieses Messer wird von einer gekröpften Welle durch eine excentrische Scheibe, eine Stange und durch zwei Hebel in Bewegung gesetzt.

Ein Rührwerk empfängt von einem Mischer die zusammengepreßte Masse und vertheilt sie in die Formen.

Die Bewegung dieser Maschine erfordert eine sehr beträchtliche Triebkraft. Der passive Widerstand, welchen die Formen entgegenstellen, ist außerordentlich groß, es reicht auch eine Dampfmaschine von 60 Pferdekraft kaum hin, um einen einzigen dieser Apparate zu betreiben.

Die in diesem Capitel beschriebenen Preßmaschinen sind die hauptsächlichsten, welche bisher in der Briquette-Fabrikation Anwendung gefunden haben; eine Betrachtung derselben führt den Beweis, daß das mechanische Problem bei diesem Industriezweige eine beinahe genügende Lösung gefunden hat.

Digitized by Google

XII.

Die Fabrikations-Kosten.

Ueber die Fabrikations-Kosten für eine Tonne oder 1000 Kilogramm Briquettes finden sich folgende Angaben:

Mit Weichpech. Die Verarbeitung von Weichpech erfordert 8 bis 10 Percent Zusatz und betrugen zu Givors:

Für Pech	3·50	bis 4·00	Francs,
» Löhne		1·25	»
» Materialien ꝛc.		1·25	»
» Kohlen		14·00	»
Summa . . .		20·50	Francs.

In Nordfrankreich und Belgien:

Für Pech	4·50	bis 5·50	Francs,
» Löhne	0·80	» 1·30	»
» Materialien ꝛc. .	1·00	» 1·20	»
» Kohlen	14·00	» 14·00	»
Summa . . .	20·30	bis 22·00	Francs.

In Hannover in Francs umgerechnet:

Für Pech	3·06	Francs,
» Löhne	1·52	»
» Materialien ꝛc.	0·85	»
» Kohlen	11·00	»
Summa . . .	16·43	Francs.

Mit Hartpech. Auf der Grube Grand Combe:

Bei der Evrard-Presse	18·50	Francs,
» » Middleton-Presse . .	18·62	»
» » alten Mazelin-Presse .	17·85	»
» » neuen » » .	15·95	»

Digitized by Google

Auf der Grube Neu-Laurweg betrugen die Kosten für 1000 Kilogramm 9·75 Francs.

Mit Magnesia-Cement nimmt man durch den Wegfall mancher Nebenoperationen, vorzüglich durch den Wegfall aller Apparate und Kosten, die sonst zum Erwärmen und Erweichen des Gemisches nothwendig waren, eine Ersparung von mindestens 10 Percent gegen die Anwendung von Hartpech an.

XIII.

Anwendung der Briquettes im Hüttenwesen.

In früheren Capiteln haben wir wiederholt auf die Ersparnisse der Briquette-Feuerung bei Locomotiven-, Kessel- und Zimmerheizung hingewiesen. Auch bei den Hüttenprocessen, namentlich denen der Hoh-, Puddel- und Schweißöfen, sind vielfache darauf bezügliche Versuche angestellt worden, deren Resultate in Folgendem zusammengestellt sind. Da wir aber bisher als Hauptmaterial zur Briquette-Fabrikation nur die Kleinkohle der Steinkohlen im Auge hatten, so müssen wir jetzt den Coaksgrus und die damit dargestellten Briquettes besprechen.

Die Fabrikation der Briquettes aus Coaksgrus und deren Anwendung bei den Hohöfen.

Der Coaksgrus, welcher sich bei der Verkokung der Steinkohlen im Verhältniß bis zu 7 Percent der ein-

Digitized by Google

gebrachten Kohlenmenge bildet, ist für industrielle Verwendungen ziemlich werthlos.

Besonders bei der Entleerung der glühenden Coaks aus den Oefen mittelst Haken bildet sich Coaksgrus, aber selbst bei dem Ausbringen der Coaksöfen durch mechanische Vorrichtungen ist der Coaksgrus nicht zu vermeiden, da die Entstehung desselben in der Beschickungsart der Oefen seine Ursache hat. Die Steinkohlen werden nämlich nicht in horizontalen Schichten, sondern nach zwei geneigten Ebenen eingebracht, die sich an den Wänden erheben und nach der Mitte des Ofens abfallen.

Die in der Steinkohle enthaltenen Schiefer folgen dieser Richtung und bilden dadurch in der Mitte der Masse eine verticale Zone, die sich ihrer Länge nach in zwei symmetrische Theile theilt. Diese Zone liefert natürlich nur stark zerbröckelten und mit Asche verunreinigten Coaks, welcher sorgfältig von dem reinen abgesondert und in besonderen Halden aufgestürzt wird.

Der Erste, welcher Coaksgrus in Briquettes umformte, war Dupret, Hüttenbesitzer zu Marcinelle bei Charleroy; er hielt es für genügend, diesen Coaksabfall mittelst Waschung zu reinigen und ihm nach Zusatz eines Bindemittels mittelst starker Pressung einen Zusammenhang zu verleihen und dadurch einen künstlichen Coaks von derselben chemischen Zusammensetzung, von derselben Härte und derselben Dichtigkeit wie der Coaks selbst herzustellen.

Zur Erreichung dieses Zieles schlug er folgenden Weg ein.

Mit einer Setzmaschine, auf welche ein Kolben drückt, wurde die Reinigung des Abfalls durch die intermittirende Wirkung des Wassers ausgeführt. Diese Operation lieferte indeß, trotz der Sorgfalt, die man auf sie verwendete, doch

Digitized by Google

nur unvollkommene Resultate, deren Ursachen wohl in verschiedenen Umständen lagen.

Der Abfall nach dieser Manipulation betrug bei der Einäscherung noch 15 Percent; indessen hat Dupret in späteren Versuchen nachgewiesen, daß der Aschengehalt der aus Coaksgrus dargestellten Briquettes durch einen längeren und besser geleiteten Waschproceß bis auf 8 Percent zurückgeführt werden kann.

Nach der ersten Manipulation wird der Coaksabfall mittelst 2 Paar übereinander liegender Walzen, von denen das erste Paar mit geriffelten, das zweite Paar aber mit glatten Flächen versehen ist, in ein feines Pulver verwandelt. Um den feinen Coaksstaub mit dem Bindemittel, pulverisirtem Pech, zu mischen, wandte Dupret die bestbewährte Methode, nämlich den überhitzten Dampf an.

Der Mischer ist ein verticaler Cylinder von 1 Meter Höhe und 0·80 Meter Durchmesser, in den die Substanzen gebracht werden. Dieser Apparat von Eisenblech enthält eine mit Flügeln versehene verticale Welle und ist über der Platte einer Middleton-Presse angebracht. Drei Röhren von 0·02 Meter Durchmesser münden in seinen untern Theil und lassen bis auf 200 Grad C. überhitzten Dampf ein. Dieser Dampf, der augenblicklich die ganze Masse erhitzt, bewirkt die Schmelzung und vollkommene Zertheilung des Pechpulvers, sowie gleichzeitig die Erhitzung der Coaks. Die vereinigten Substanzen bilden einen gleichmäßigen und plastischen Teig, welcher direct in die Formen fällt und zusammengepreßt wird.

Der Form-Apparat ist, wie schon erwähnt, eine Middleton-Presse, welche im Stande ist, einen Druck von 80·000 Kilogramm auszuüben. Die Formen haben cylindrische Gestalt und liefern Briquettes von 0·15 Meter Durch-

Digitized by Google

messer und 0·15 Meter Länge. In 12 Arbeitsstunden beträgt die Production ungefähr 50 Tonnen.

Ein gewöhnlicher Dampfkessel mit 3 Atmosphären Spannung erzeugt den Dampf, der sodann in einer gußeisernen Schlange von 0·06 Meter Durchmesser bis zu 200 Grad C. überhitzt wird. Der Ueberhitzungs-Apparat hat eine besondere Feuerung.

Das Pech wird auf diese Weise in dem Mischer genügend erhitzt, so daß es in dem Hohofen nicht nachtheilig mehr wirken kann; denn durch die hohe Temperatur, welche der überhitzte Dampf der Mischung ertheilt, wird jede fernere Erhitzung, um die in dem Pech enthaltenen flüchtigen Körper abzutreiben, überflüssig gemacht. Die Briquettes, die nun ohne Weiteres ihre Verwendung finden können, kommen ziemlich billig zu stehen, und zwar belaufen sich die Kosten der Fabrikation, wenn man 7 Percent Pech rechnet, auf ungefähr 14 Francs für 1000 Kilogramm.

Diese Briquettes, die, was die chemische Zusammensetzung betrifft, sich wohl kaum von dem Coaks unterscheiden dürften, können somit auch beim Hohofenbetrieb nicht nachtheilig einwirken.

Es liegt der Unterschied zwischen beiden Brennstoffen vielmehr in ihren physikalischen Eigenschaften.

Die Coaks-Briquettes bilden einen dichten, zusammenhängenden Körper, welcher sich langsam entzündet und etwas schwierig verbrennt, der Coaks dagegen ist ein poröser Körper mit vielen Oeffnungen und Canälen, welche der Flamme eine freie Circulation im Innern gestatten, so daß die Masse sehr bald an vielen Punkten gleichzeitig brennt.

Für den Hohofenbetrieb ist die dichte Eigenschaft der Coaks-Briquettes aber ein Vortheil in Betreff der Brennmaterial-Ersparniß, denn ein derartiges Brennmaterial wird

Digitized by Google

nicht in den oberen Theilen des Ofens, ehe es zur eigentlichen Wirkung gelangt, nutzlos verbrennen, sondern seinen höchsten Wärme-Effect in der Schmelzzone vollständig entwickeln.

Man erreicht auf diese Weise ganz naturgemäß die Wirkungen, nach denen man heute strebt, nämlich eine Concentration des Wärme-Effects von dem Brennstoffe in der Schmelzzone, mit Hilfe erhitzter Luft, weiter Formen und geringer Windpressung.

Nachdem wir nun die Vortheile, die sich beim Gebrauche der Coaks-Briquettes ergeben, aufgeführt haben, wollen wir aber deren Nachtheile erörtern.

Je langsamer die Verbrennung ist, desto mehr vermindert sich auch die Production. War die Aufbereitung und Reinigung des Brennmaterials eine mangelhafte, so können sich bedeutende Aschenklumpen in dem Gestell des Hohofens bilden.

Diese Erscheinungen haben sich nun zum Theile auch bei den in dem Ofen von Marcinelle angestellten Versuchen herausgestellt. Dieser Apparat ist von gewöhnlicher Construction und 15 Meter hoch. Er liefert Gußeisen und erhält in der Minute ungefähr 125 Kubikmeter Luft, welche bei einem Drucke einer einfachen Säule von 8 Centimeter eingeblasen wird. Mit reinem Coaks beschickt, verbraucht dieser Ofen im Durchschnitt 1700 Kilogramm Brennstoff auf eine Tonne Roheisen. Man erhält unter diesen Bedingungen täglich ungefähr 20 Tonnen Gußeisen, die sich auf die bekannten Nummern 3, 4 und 5 vertheilen. Bei Anwendung von Coaks-Briquettes gewann man aber sofort Roheisen der Nummer 1 und 2 und verbrauchte nur 1000 Kilogramm dieses Brennmaterials.

Dagegen fiel aber auch die Production unmittelbar von 20 auf 12 bis 14 Tonnen.

Digitized by Google

Die Beschaffenheit des Roheisens verbesserte sich zwar durch eine gemischte Beschickung aus $^2/_3$ Coaks und $^1/_3$ Briquettes, die Production veränderte sich aber nicht wesentlich. Diese Thatsache, die durch die Erfahrung bestätigt ist, kann für die Zukunft noch wesentlichen Nutzen bieten; jedenfalls liefert sie aber den Beweis, daß es möglich ist, mit diesen Briquettes Roheisen zu erzeugen.

Die Flammofen-Feuerung unter Anwendung von Briquettes.

Auch bei den Puddel- und Schweißöfen hat man die Briquettes einführen wollen, die Versuche damit haben aber nicht zu vollständiger Befriedigung geführt.

Man wendet bei dem Walzwerkbetriebe, wie bekannt, im Allgemeinen Gruskohlen an, die mit $^1/_4$ oder $^1/_3$ Würfelkohle gemischt werden. In gleichem Verhältnisse hat man an die Stelle dieser Würfelkohle eigroße Stücke von zerschlagenen Briquettes angewendet. Die Puddelöfen konnten dabei in gutem Betriebe erhalten werden, nicht so aber die Schweißöfen, die ein lebhaftes und kräftiges Feuer erfordern.

Bei diesen letzteren haben sich die Briquettes daher nicht als ganz geeignet erwiesen. Man verwendet sie jetzt nur mehr zum Anfeuern der Oefen, und zwar zumeist nur aus dem Grunde, weil man einen ökonomischen Vortheil, auf den man gerechnet hatte, nach den angestellten Versuchen nicht erzielen konnte.

Digitized by Google

XIV.

Einrichtung und Lage der Fabriken.

Die Briquette-Fabriken befinden sich mit Rücksicht auf die allgemeinen Transportverhältnisse in einer ausnahmsweisen Lage.

Sie sind wie Gruben, Hohöfen und dergleichen industrielle Anlagen ebenso in der Lage, viel Raum einnehmende und wenig Werth repräsentirende Rohmaterialien zu verarbeiten.

Es sind bei einer Anlage mittlerer Größe täglich ungefähr 300 Tonnen Material zu bewegen und geht daraus hervor, daß die Ertragsfähigkeit eines solchen Werkes von mehreren Bedingnissen abhängig ist; und zwar erstens von der Nachbarschaft oder der leichten Verbindung mit den Steinkohlengruben, deren Producte verarbeitet werden sollen, und zweitens von dem gleichzeitigen Vorhandensein von Eisenbahnen, Canälen und Flüssen, die bestimmt sind, wohlfeile Verbindungen mit Verbrauchsorten herbeizuführen.

Bei der inneren Einrichtung der Werke müssen ähnliche Grundsätze vorherrschen. Man muß nicht nur bei der Anschaffung der Apparate eine zweckmäßige Auswahl getroffen haben und nicht nur wohlfeile und einfache Transmissionen hergestellt haben, man muß auch bei der beträchtlichen Menge der zu bewegenden Substanzen darauf Rücksicht genommen haben, möglichst wenig Menschenhände zu brauchen.

Es müssen daher die Apparate so viel als möglich selbstwirkend sein, denn die Billigkeit der Fabrikation hängt

Digitized by Google

hauptsächlich von den Arbeitslöhnen ab, die aber nur dann erzielt wird, wenn die Apparate so construirt sind, daß sie ohne der Hilfe von vielen Menschenhänden und ohne einer speciellen Beaufsichtigung zu bedürfen, ihre Function ausüben können.

Die Anlagen von Charleroy liegen in der Nähe eines Netzes von Wasserstraßen und Eisenbahnen, können sich mit Materialien bester Qualität zu billigstem Preise versorgen und haben überdies sehr zweckmäßige maschinelle Einrichtungen, so daß sie lange Zeit als Muster in der Briquette-Fabrikation aufgeführt wurden.

XV.

Briquette-Fabrikation in Oesterreich und Deutschland.

Eine österreichische Briquette-Fabrik.

Die Anlage zu Brandeisl in Böhmen bietet uns ein anschauliches Bild einer Briquette-Fabrik mit Evrard'scher Presse.

Aus der Beschreibung dieser Fabrik entnehmen wir folgendes: Brandeisl in Böhmen ist eine Station der Bahn von Prag nach Kladno, welche bei Kralup aus der Dresden-Prager Bahn abzweigt.

Neben Brandeisl wird seitens der k. k. privilegirten Staats-Eisenbahn-Gesellschaft ein Kohlenwerk, die Zeche Michael, mit täglich 4000 Scheffel Förderung betrieben.

Digitized by Google

Das drei Lachter mächtige, in voller Höhe abgebaute Flötz liefert eine durchaus magere Kohle, die zum dritten Theile als Stückkohle und zu zwei Drittel als Staubkohle und Grus fällt.

Die Kohle ist sehr unrein und enthält 50 Percent Berge, die nicht, wie bei anderen Kohlenflötzen, compacte Mittel oder wenigstens Schnüre zwischen der guten Kohle bilden, sondern frei in der ganzen Kohlenmasse eingesprengt sind.

Diese unreine Beschaffenheit der Kohle bedingt eine sehr starke Wäsche, die jedoch, eben wegen der innigen Mengung beider Stoffe, nur höchstens 33 Percent der Berge entfernen kann; es bleiben mithin immer noch 17 Percent Aschentheile in den gewaschenen Kohlen zurück.

Da die Wäsche um so vollkommener wirkt, je feiner die Kohlen sind, und bei der Briquettirung die größten Kohlenstückchen nur Erbsengröße haben dürfen, so muß der Kohlengrus vor weiterer Verwendung noch zerquetscht werden.

Der Gang dieser und der einleitenden Operationen ist folgender:

Die mit gemischten Kohlen beladenen Hunde werden vom Schachte auf Laufbrücken nach den Sortirplätzen gefördert, dort vermittelst einer Kippvorrichtung über Sieben entleert und in Stücke und Grus sortirt. Die Stückkohlen werden zur Versendung nach den Locomotiv-Stationen auf Bahnwagen verladen, während der zur Briquette-Fabrikation bestimmte Grus in Hurden auf schmalspurigen Bahnen zum Quetschwerke gefördert wird.

Das Quetschwerk befindet sich mit den Wäschen in einem Gebäude, auf dessen zweiten Stock die mit Grus beladenen Hunde durch einen Schachtaufzug gewöhnlicher Construction gehoben und dort vermittelst einer Kippvor-

Digitized by Google

richtung in den Rumpf über dem Quetschwerke entleert werden.

Das Quetschwerk besteht aus zwei vertical unter einander liegenden Walzenpaaren, welche durch die 16 Pferdekräfte starke Dampfmaschine der Wäschen vermittelst eines Kammrades in schnelle, drehende Bewegung gesetzt werden.

Die Walzen des oberen Paares haben eine grob gekörnte Oberfläche und liegen ein Zoll im Lichten auseinander, während die unteren, horizontal geriffelten Walzen nur $^1/_2$ Zoll Zwischenraum von einander haben. Um das Einklemmen ganz fester Schiefer zwischen den Walzen und somit eine Stockung des Betriebes, ja den Bruch der Walzen zu vermeiden, ist nur die eine Walze jedes Paares fest, während die andere durch starke, einem größeren Drucke nachgebende Federn in der richtigen Entfernung von der ersteren gehalten wird.

Die beim Durchgange durch die Walzen zerkleinerten Kohlen fallen auf ein Sieb mit $^3/_8$ Zoll Maschenweite und werden durch die stoßweise Vor- und Rückwärtsbewegung desselben in nußgroße Kohlen, welche zur Heizung der stehenden Maschinen benutzt werden, und in den zur Briquettirung zu verwendenden Kohlenstaub sortirt. Letztere Masse wird nun durch ein Paternosterwerk wieder in den zweiten Stock des Gebäudes gehoben, dort in einen Trog entleert, und unter starkem Wasserzusflusse in vier verschiedenen, acht Zoll weiten Abfallröhren auf die vier Wäschen gefördert.

Jede Wäsche besteht aus einem großen viereckigen Wasserbehälter, in welchem sich auf $^2/_3$ seiner Höhe ein sechs Fuß langes und vier Fuß breites Metallsieb neben einem aus vierzölligen Eichenbohlen hergestellten 20 und 48 Quadratzoll weiten Kasten befindet.

Digitized by Google

In diesem Kasten wird durch Uebertragung der Kurbelbewegung obengenannter stehender Maschine in eine geradlinige, ein eng anschließender Kolben auf und niederbewegt, und hierdurch ein stoßweises Durchdringen und Zurückgehen eines Theiles des im Raume befindlichen Wassers durch das Sieb hervorgerufen.

Das auf dem Siebe gelagerte Gemisch von Kohlen und Bergen wird in Folge des wechselnden Wasserspiegels in eine lebhafte Bewegung versetzt und lagern sich dabei die Berge wegen ihres größeren Gewichtes unten auf dem Siebe ab, während die specifisch leichtere reine Kohle obenauf schwimmt und über den vordern, niedern Raum der Wäsche mit dem überschüssigen Wasser abfließt. Durch das Sieb wird dieses Wasser entfernt und gelangen dann die Kohlen in den überdachten Raum vor der Preßmaschine.

Die Berge werden durch Arbeiter fortwährend vom Siebe entfernt. Die durch die Maschen des Kohlensiebes, beim Waschen mit durchdringende Kohlenschlempe wird durch Oeffnen des am Boden des Bottichs befindlichen Schuttes entfernt, fließt in große Bassins, klärt sich dort durch Verdunsten und Einsickern des Wassers ab und wird, wenn wenig Schwefelkiese enthaltend, zur Briquette-Fabrikation mit verwandt.

Das der Kohlenmasse behufs ihrer Briquettirung zuzusetzende Bindemittel ist Steinkohlenpech, welches durch Destillation des Theeres der Gasanstalten umliegender Städte gewonnen wird. Zu diesem Zwecke wird in Brandeisl der von auswärts bezogene Theer in große, mit einander communicirende Gruben abgelassen, aus welchen er mit einer Theerpumpe nach Bedarf in die Destillirkessel gefördert wird.

Digitized by Google

Vier solcher Destillirkessel sind vorhanden, mit welchen in 48 Stunden 240 Centner Theer durch Abtreibung von 40 Percent Oelen zu 144 Centnern Pech verdickt werden können.

Der Destillir-Apparat besteht aus Kesseln, Vorlagen und Kühlfässern gewöhnlicher Construction.

Nachdem ungefähr 40 Percent Oele abdestillirt sind, wird die Consistenz des Peches probirt und die Operation geschlossen, wenn die Masse zähe und fadenziehend erscheint.

Das Pech wird in zwei große Cisternen abgelassen, worin es bei längerem Stehen erhärtet.

Die Briquette-Fabrikation selbst zerfällt zu Brandeisl in drei Theile:

1. Erwärmung der Kohlen,
2. Mischung der Kohlen mit erwärmtem Pech, und
3. Pressung der Kohlen zu Briquettes.

Zu 1. Die Erwärmung der Kohlen geschieht in einem besonderen Heizapparate. Derselbe besteht aus zwei übereinander liegenden, durch Herdfeuerung erhitzten Cylindern von 2 Fuß 11 Zoll Durchmesser und 15 Fuß Länge, in welchen sich eiserne, die Spindel in 7 ganzen Umdrehungen umlaufende Schnecken sehr langsam (1 Umdrehung in $1^1/_2$ Minuten) drehen.

Ein Paternosterwerk fördert die Kohlen aus der Halle vermittelst eines Rumpfes in den oberen Cylinder, wo sie durch die Schnecke erfaßt und nach dem, am andern Ende zwischen beiden Cylindern angebrachten Halse geschoben werden. Vermittelst dieser Oeffnung gelangen die Kohlen in den unteren Cylinder, werden nun durch die rückgängige Bewegung der unteren Schnecke zur Vorderwand des Heizapparates zurückgeschoben und fallen aus einer Oeffnung auf den Fußboden des Preßgebäudes.

Digitized by Google

Während des im Ganzen 20 Minuten dauernden Durchgangs der Kohlen durch die Heizcylinder werden dieselben unter Verdampfung des noch aus den Wäschen beibehaltenen Wassers auf 72 Grad R. erwärmt.

Die frühere Art der Erwärmung der Kohlen durch heiße, in die Cylinder gelassene Wasserdämpfe ist deshalb aufgegeben, weil durch das condensirte Wasser der Dämpfe die Kohlen sehr feucht wurden. Dieser hohe Feuchtigkeitsgrad der Kohlen bedingte die spätere Trocknung der fertigen Briquettes in eigene Trockenräume — eine Arbeit, die nicht nur besondere Kosten verursachte, sondern auch sehr feuergefährlich war.

Zu 2. Mischung der Kohlen mit Pech: die Mengung des Kohlengruses mit dem Pech geschieht in einer Mischtrommel, welche auf dem Boden über der Preßmaschine steht. Die Mischtrommel ist ein oben offener Halbcylinder von 2 Fuß Durchmesser und 12 Fuß Länge, dessen eiserne doppelte Wandungen zur Vermeidung des Kaltwerdens der Kohlen mit Dampf erhitzt werden.

In dieser Trommel dreht sich eine Schnecke, welche die durch ein Paternosterwerk heraufgeförderten warmen Kohlen langsam der Preßmaschine zuschiebt.

Auf 4 Fuß Entfernung vom Anfange der Schnecke fließt das erwärmte Pech zu und mischt sich durch die Wälzungen der Schnecke mit den Kohlen.

Das Quantum des zuzusetzenden Peches hängt vorzüglich von der chemischen Zusammensetzung der Kohlen ab; bei sehr fetten Kohlen genügt ein Pechzusatz von 2 bis 3 Percent, während magere Kohlen bis zu 10 Percent desselben verlangen.

Dieses Mischungsverhältniß ist aber auch bei ein und denselben Kohlen nicht constant, sondern richtet sich nach

Digitized by Google

den verschiedenen Feuchtigkeitsgraden derselben, vorzüglich aber nach der wechselnden klebrigen Beschaffenheit des Peches.

Die richtige Beurtheilung dieser Verhältnisse ist der schwierigste Punkt der ganzen Fabrikation und bedingt längere praktische Erfahrungen.

Um nun je nach Bedarf größere oder geringere Quantitäten Pech den Kohlen zuführen zu können, befindet sich in dem neben der Mischtrommel stehenden Kessel, worin das Pech vermittelst einer besonderen Feuerung bis zur Siedehitze erwärmt wird, eine eigene, sehr sinnreiche Schöpfvorrichtung. Neben dem Pechkessel dreht sich auf festen Lagern eine gekröpfte Achse, von deren sechs Kurbeln sechs lange eiserne Stäbe auf etwa $^1/_4$ ihrer Länge aufgehängt sind.

Das ihrem Drehpunkte (einer Welle im Pechkessel) entgegengesetzte, zu einer Gabel ausgearbeitete Ende dieser Stäbe erhält durch die Drehung der gekröpften Achse eine auf- und niedersteigende Bewegung. Zwischen den Gabeln sind die Schöpfkästen eingehängt, welche durch ein Gegengewicht in verticaler Lage gehalten, beim Niedergange in die flüssige Pechmasse tauchen und den so geschöpften Inhalt in die Abflußrinne entleeren, wenn eine Hemmung, hinter welcher die Nase des Kastens faßt, vorgeschoben und dadurch eine Drehung des Schöpfkastens um seine Achse bewirkt wird. Je nach dem An- und Abrücken der verschiedenen Hemmungen kann die Zahl der wirkenden Schöpfkästen und somit der Pechabfluß vermehrt oder vermindert werden.

Zu 3. Die Preßmaschine ist nach der Construction Evrard.

Die in der Mischtrommel vorgemengten Kohlen fallen am Ende der Schnecke in einen verticalen, oben und unten offenen Cylinder von 3 Fuß Durchmesser und 5 Fuß Höhe.

Digitized by Google

Auch die Wandungen dieses Cylinders sind doppelt und mit Wasserdampf erhitzt.

Im Cylinder wird nun die innigste Mengung der Kohlen mit dem Pech durch auf der rotirenden Hauptwelle befestigte Messer (ähnlich wie bei den gewöhnlichen Thonmühlen) hervorgebracht.

In 5 Zoll Abstand vom unteren Rande des Mischcylinders befindet sich ein Tisch mit überstehendem Rande, der ebenfalls an der Hauptwelle befestigt ist und durch diese in drehende Bewegung gesetzt wird. Auf diesen Tisch stützt sich die im Mischcylinder vorhandene Masse. Durch vier Messer, welche vermittelst einer an den vier Säulen angebrachten Stellvorrichtung, je nach Bedürfniß, weniger oder weiter auf diesen Tisch greifen, zu stellen sind, wird die entsprechende Masse dieses Gemisches abgestrichen und fällt vermittelst vier Abfallrohre auf eine ebenfalls rotirende Ringfläche.

Auf diese Fläche greifen 16 über die Einfallröhren der 16 Preßcylinder angebrachte Messer.

Je vier solcher Messer bilden zwischen je zwei Abfallröhren einen Satz. Die einzelnen Messer jedes Satzes sind zum Zweck der Abstreifung einer gleichen Masse der Mischung verschieden weit auf die Ringfläche greifend gestellt, so zwar, daß das erste nur auf $^1/_4$, das zweite auf $^1/_2$, das dritte auf $^3/_4$ und das vierte endlich auf die ganze Breite derselben faßt. Durch Zurückschlagen der an ihrer Stützsäule drehbaren Messer können, ohne Beeinträchtigung des Fortganges des ganzen Preßprocesses, einzelne Preßcylinder ausgeschaltet werden.

Die Preßcylinder liegen radial um die Hauptwelle und sind an dem, auch die Hauptwelle umfassenden und haltenden Rahmen in unverrückbarer Lage befestigt und mit

Digitized by Google

dem Mauerwerk verboltzt. Die Länge des Theiles des Cylinders, woselbst die eigentliche Pressung stattfindet, muß so bemessen werden, daß dem Austritte der Briquettemasse eine Reibung entgegengesetzt wird, die der verlangten Compression entspricht.

Die Seele der Preßcylinder hat einen Durchmesser von 5 Zoll, die Wandstärke beträgt 2 Zoll.

Um die Reibung und somit den Druck in dem Preßcylinder reguliren zu können, ist jeder Cylinder auf die Länge von 9 Zoll von seinem Kopfe horizontal aufgeschnitten, und aus der obern abzunehmenden Hälfte ein am Mundloche $1\frac{1}{2}$ Linien dicker und nach hinten verlaufender Keil herausgenommen, wodurch der Kopf des Preßcylinders eine schwach verjüngte konische Form erhält. Vermittelst starker, auf diesen losen Theil aufgesetzter Klammen wird derselbe höher und niedriger gestellt, wodurch der Querschnitt der Briquettes etwas unter die Kreisform gedrückt wird.

In die Preßcylinder greifen die Preßkolben, welche vermittelst einer Gabelführung an einen um ein Excentrik der Hauptwelle beweglichen, starken Ring befestigt sind.

Die Excentricität beträgt 8 Zoll und danach die Hubhöhe des Kolbens $10\frac{1}{2}$ Zoll.

Die zu pressende Masse, welche in Folge des durchlaufenen Weges auf + 30 bis 40 Grad R. (den passenden Wärmegrad zur Pressung) erkaltet ist, wird nun, wie oben gesagt, durch das Messer von der Ringfläche abgestrichen, fällt in die darunter befindliche 4 Quadratzoll weite Oeffnung des Preßcylinders und wird durch den Kolben gegen den, den vorderen Theil des Cylinders ausfüllenden Briquette-Körper geschoben und mit diesem zusammengepreßt.

Beim Anfange der Operation, oder der Wiederinbetriebsetzung eines reparirten Cylinders wird zur erst-

Digitized by Google

maligen Herstellung dieses Widerlagers eine der an einem langen Hebel befestigte Scheibe, deren Klaue hinter den oberen Rand des Cylinders greift, vor das Mundloch gedrückt, gegen welche sich die eingelassene und nicht entweichen könnende Briquette-Masse preßt. Nachdem der erforderliche Grad der Pressung auf diese Weise erreicht ist, wird die Scheibe entfernt, und genügt die nöthigenfalls durch Niederstellung des oberen Mundstückes des Cylinders noch zu vermehrende Reibung des Briquette-Körpers an den Seitenwandungen des Cylinders, um den erlangten Härtegrad der Briquettes fortwährend beizubehalten.

Die Welle des Excentriks macht in einer Minute 40 Umdrehungen, in Folge deren durch jeden Preßkolben ein Briquette-Ende von 23 Zoll Länge vorgeschoben wird. Jeder Kolbenstoß preßt mithin $^{23}/_{40}$ Zoll, oder alle 16 Cylinder per Minute rund 31 laufende Fuß fertige Briquettes.

Das aus dem Preßcylinder austretende Briquette schiebt sich auf einer 4 Zoll breiten horizontalen Scheibe fort. Auf dieser Scheibe ist, 14 Zoll vom Mundloche entfernt, ein Quersteg genietet, gegen welche das Briquette bei seinem weiteren Vorgange faßt und dadurch die Scheibe vorschiebt, bis eine sie in horizontaler Lage haltende Sperrstange sich auslöst. Das Briquette verliert durch dieses Nachgeben der Scheibe seine Unterstützung, bricht in Folge des eigenen Gewichtes ab und fällt auf einen um die ganze Preßmaschine rotirenden Tisch, von welchem Arbeiter dasselbe abnehmen und als vollkommen fertiges Fabrikat zum Versandt auf Eisenbahnwagen laden.

Die Scheibe springt nach dem Niederfallen des Briquette in Folge eines Gegengewichtes und des Druckes einer auf ihrer Gleitstange angebrachten Spiralfeder in ihre ur-

Digitized by Google

sprüngliche Lage zurück und hakt dabei die Sperrstange wieder hinter den Ansatz.

Die Hauptwelle der Preßmaschine besteht aus zwei Theilen, dem oberen, woran der Tisch und die Ringfläche befestigt ist, und dem unteren stärkeren, durch den das Preßwerk bewegt wird.

Diese Trennung der Hauptwelle in zwei von einander unabhängige Theile wird durch die verschiedenen Umdrehungs-Geschwindigkeiten beider (der obere Theil macht nur ein Viertel der Umdrehungen des unteren) bedingt.

Der Motor aller im Preßgebäude aufgestellten Maschinen und Apparate ist eine Dampfmaschine von 50 Pferdekräften, die 15.000 Mark kostete. Die Preßmaschine kostete 30.000 Mark und die sonstigen noch zur Fabrikation gehörigen Apparate 5400 Mark.

Zur Bedienung sind ein Maschinenwärter, ein Aufseher und acht Mann bei einer Production von 30 bis 35 Tonnen in 12 Arbeitsstunden erforderlich.

Eine deutsche Braunkohlen-Briquettefabrik.

Die nachstehende Beschreibung der Kohlenaufbereitungs-Anstalt und Preßsteinfabrik (nach Jacobi's System) auf der Braunkohlengrube Heinrich zu Langmöls verdanken wir einem Berichte von A. Kalkbrenner.

Umstehende Figur 7 zeigt den Grundriß des Etablissements.

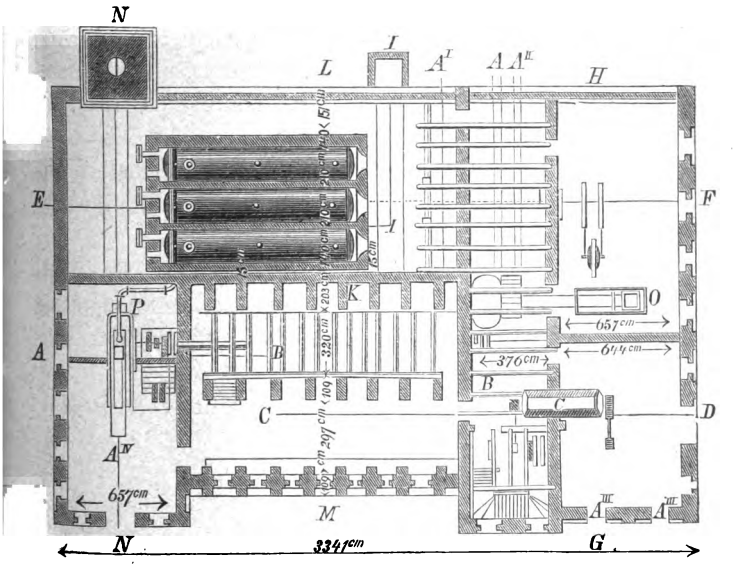
Derselbe besteht aus einer Anzahl verschiedener, dem Fabrikationsgange angepaßter Räume.

Links befindet sich am Giebel nach vorn das Maschinenhaus, hinter diesem liegt direct das Kesselhaus, inmitten der

Digitized by Google

Anlage ist an der Vorderseite der Trockenraum angelegt und an diesen stoßt rechts zunächst ein Treppenhaus, welches die Communication mit den oberen Räumen herstellt, und neben diesem liegt ebenfalls nach vorn am rechten Giebel der Raum zur Sortirung der Braunkohlen. Hinter dem

Fig. 7.



Treppenhause und dem zuletzt genannten Raume ist noch ein Raum angelegt, in welchem sich ein Ventilator und eine Ofenanlage befindet.

Neben dem Heizraume des Kesselhauses ist noch ein weiterer Raum eingeschoben, welcher im ersten Stock die Bahngeleise für die Zufuhr der Braunkohlen aufnimmt.

Digitized by Google

Die Braunkohlen gelangen von dem Förderschachte »Bahnschacht«, wo sie die Grube liefert, in die Fördergefäße auf der Bahnlinie A (siehe Fig. 7) nach dem Etablissement. Von dieser zweigt sich eine zweite Linie A^{I} ab, welche die für die Heizung der drei Betriebskessel erforderliche Braunkohle direct in das Kesselhaus liefert.

Die für die Aufbereitung und Briquette-Fabrikation bestimmte Kohle geht dagegen auf der erstgenannten Linie A direct in den Fabriksraum über und wird dort in den Rumpf B (siehe Längenschnitt Fig. 8) entleert und von einer Speisewalze gleichmäßig dem Sortir-Cylinder C (Fig. 7) zugeführt.

Die entleerten Fördergefäße gehen auf der Bahnlinie A^{II} (Fig. 7) von dem Fabriksraume und von dem Kesselhause nach dem Schachte zurück.

Die Bahnlinien A, A^{I} und A^{II} liegen in der Höhe der in Figuren 8, 9, 10, 11, 12 angegebenen Hängebank des Förderschachtes und ungefähr 8·80 Meter über den Schienenköpfen des Bahnhofes.

Die Herstellung der Briquettes zerfällt bei dieser Anlage in der Hauptsache:

1. In das Sortiren der Braunkohle,
2. in das Trocknen derselben,
3. in das Pressen der Briquettes.

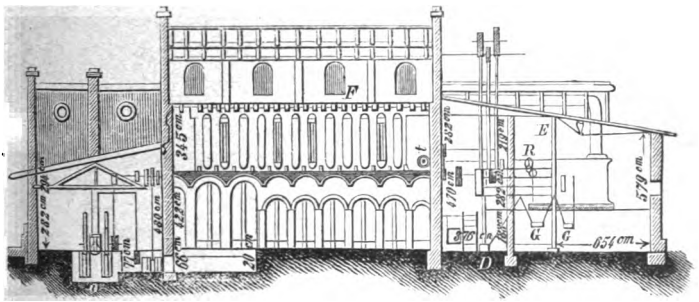
Das Sortiren der Kohle.

Der Sortircylinder C bereitet die Förderkohle zu drei Sorten auf, deren feinste von Staubform an bis zur Größe von ungefähr 1 Kubikcentimeter dem Elevator D (Figuren 7 und 8) anheimfällt, welcher sie in die Höhe hebt und einer Schnecke E zuführt.

Digitized by Google

Die letztere transportirt diese feine Kohle über die ganze Länge des im zweiten Stocke des Trockenraumes be-

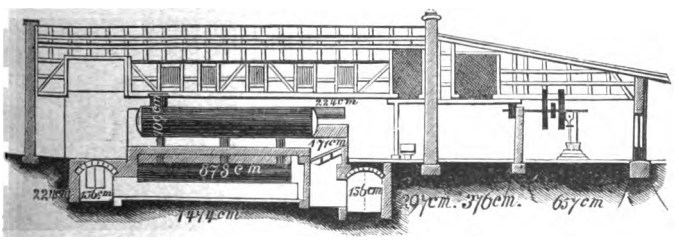
Fig. 8.



findlichen Trockenbodens F, auf welchem sie zu einer Reservehalde aufgestapelt wird.

Die Maschinenkohle fällt durch den Trichter G (Fig. 8 in ein Transportgefäß, ebenso die über dem Cylinder hin-

Fig. 9.



weggehende Würfelkohle durch den Trichter G, wodurch sie dann auf einer zweiten Bahnlinie A^{III} (Fig. 7) nach dem Bahnhofe zur Verladung übergeführt werden.

Digitized by Google

Die Linie A^{III} liegt 4·70 Meter unter der Hängebank und ungefähr 4·10 Meter über den Schienenköpfen des Bahnhofes.

Fig. 10.

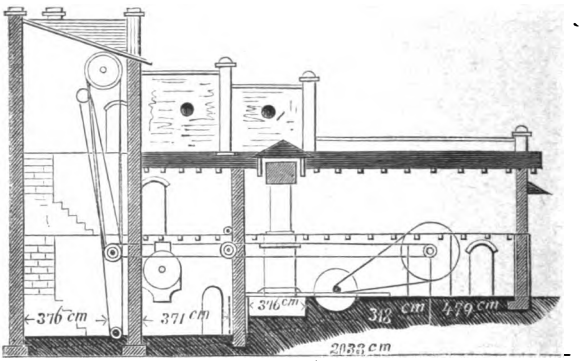
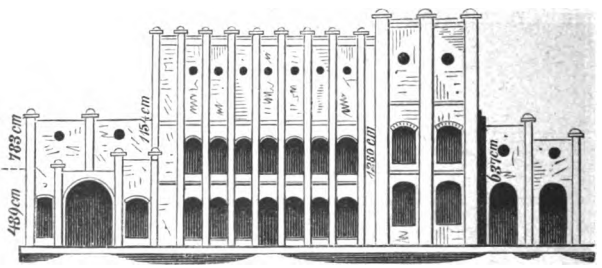


Fig. 11.



Das Trocknen der Kohle.

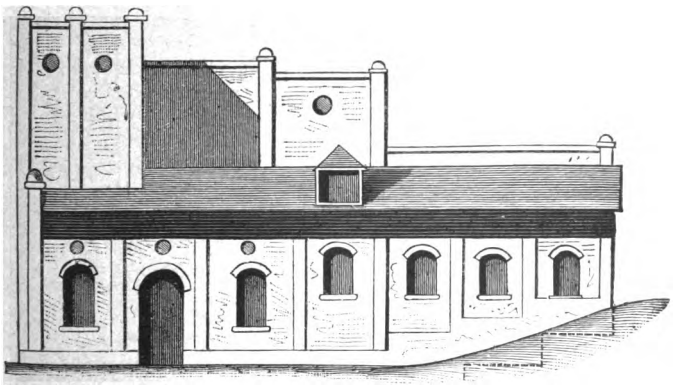
Von der Reservehalde auf dem Trockenboden wird die Kohle durch Arbeiter gleichmäßig über die Trockenöfen (Figuren 7, 8, 13) vertheilt, von denen 14 Stück vorhanden sind.

Digitized by Google

Die für den Trockenproceß nöthige Wärme wird ausschließlich von den Rückgangsdämpfen der Preß- und der Betriebsmaschinen geliefert.

Der Dampf durchströmt dabei Rohrsysteme, welche in den Trockenöfen angeordnet und die ringsum von der zu trocknenden Kohle umgeben sind. Durch diese Rohrsysteme wird die Kohle einer mäßigen Temperatur von 70 bis 75 Grad C. ausgesetzt.

Fig. 12.



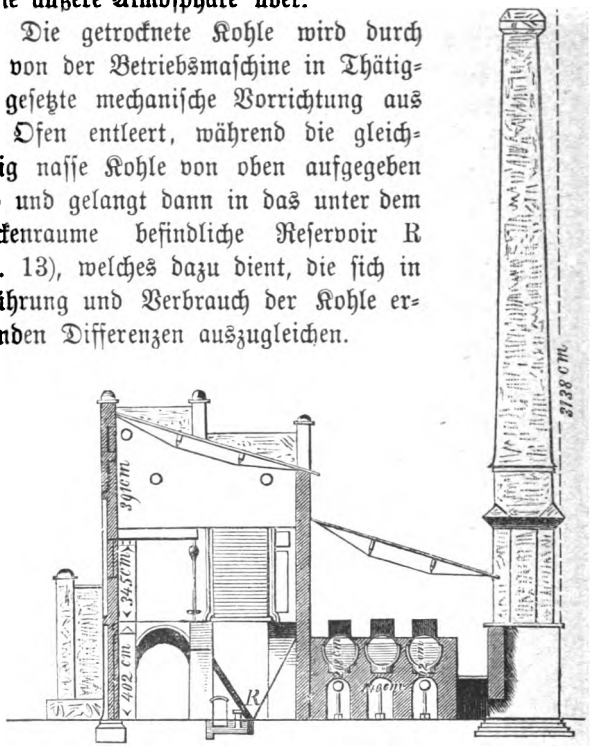
Um die Verdampfung des in der Kohle enthaltenen Wassers zu beschleunigen und die Condensation der Wasserdämpfe innerhalb des Trockenraumes zu verhindern, liefert der hinter dem Aufbereitungsraume angelegte Ventilator V (Fig. 7) einen kräftigen Windstrom, welcher in dem ebenfalls von den Rückgangsdämpfen beheizten Ofen O auf 70 bis 75 Grad C. erhitzt und dann durch die zu trocknende Kohle getrieben wird.

Digitized by Google

Die heiße Luft sättigt sich dadurch mit den energisch ausgetriebenen Wasserdämpfen und führt dieselben mit ungefähr 45 Grad C. schnell in die äußere Atmosphäre über.

Fig. 13.

Die getrocknete Kohle wird durch eine von der Betriebsmaschine in Thätigkeit gesetzte mechanische Vorrichtung aus dem Ofen entleert, während die gleichmäßig nasse Kohle von oben aufgegeben wird und gelangt dann in das unter dem Trockenraume befindliche Reservoir R (Fig. 13), welches dazu dient, die sich in Zuführung und Verbrauch der Kohle erzielenden Differenzen auszugleichen.



Eine von der Preßmaschine P bewegte Vorrichtung führt die trockene Kohle aus dem Reservoir R nach dem Elevator D, welcher sie dann dem Vertheilungsschieber der Presse überliefert.

Digitized by Google

Das Pressen der Briquettes.

Die Presse selbst ist construirt nach dem zuerst im Inlande angewendeten, später durch Exter nach Baiern und der Provinz Sachsen übergeführten Principe, nach welchem trockene Massen ohne ein besonderes Bindemittel von einem Stempel stoßweise durch ein entsprechend geformtes metallenes Rohr gepreßt werden.

Die Reibung, welche zwischen dem Kohlenkörper und den Wänden des Rohres entsteht, bietet den Widerstand für die Pressung, welche pro Quadratcentimeter 2200 bis 3650 Kilogramm betragen muß, um die Kohlenfragmente zu festen einheitlichen Massen-Preßsteinen zu agglomeriren.

Die von der Preßmaschine P (Fig. 7) gelieferten Steine werden von dieser während des Processes auf Transportwagen geladen und auf der Bahnlinie A^{IV}, die mit A^{III} in gleicher Höhe angebracht ist, ebenfalls nach dem Bahnhofe transportirt.

Die Gebäude sind sämmtlich massiv mit vorgelegten Pfeilern in Rohbau ausgeführt, sorgfältig ausgefugt und mit Steindachpappe eingedeckt.

Wo die Außen- und Innenmauern nicht genügende Stützpunkte für die Sparranlage der Bedachung bieten, sind Pfosten und Sparren von einfachen eisernen Sprengwerken getragen, deren Construction zur Genüge aus den Abbildungen zu ersehen ist.

Die Maße für die Grundriß-Disposition, die Längen- und Querschnitte sind, soweit sie die Längen-, Breiten- und Höhenmaße betreffen, in die Abbildungen eingetragen, ebenso die Maße für die Stärke der Mauern, Wände u. s. w.

Die Beheizung der Kessel geschieht mit Treppenrosten.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Die Brennmaterialien.

I.

Der Verbrennungs-Proceß.

Wir verschaffen uns die in den verschiedenen Industriezweigen nöthige Wärme durch die Verbrennung von organischen Substanzen, wie Holz, Holzkohle, Steinkohle u. s. w.

Unter Mitwirkung des Sauerstoffes der Luft geht der rein chemische Proceß der Verbrennung vor sich, wobei sich die Elemente des brennbaren Körpers mit dem Sauerstoff verbinden und Wärme und Licht frei werden.

Eine Temperatur von wenigstens 400 Grad C. ist nothwendig, wenn sich bei dem verbrennenden Körper Licht zeigen soll, und dieses Licht ist bei dieser Temperatur nur dunkelroth und wenig sichtbar, mit der steigenden Temperatur wird dasselbe aber heller und ist endlich bei einer entsprechend hohen Temperatur hellroth bis weiß.

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und einige Mineral-Bestandtheile sind in den Brennstoffen enthalten. Der Kohlenstoff und der Wasserstoff verbinden sich bei dem Verbrennen mit dem Sauerstoff, welch' letzterer theils von der Luft

Digitized by Google

geliefert wird, theilweise aber auch schon im Brennstoffe enthalten ist. Kohlensäure und Wasser sind die Producte der Verbrennung, welche in Dampfform entweichen, die Mineral-Bestandtheile bleiben als Asche zurück. Da sich die Bestandtheile der Brennstoffe bei der Verbrennung mit Sauerstoff verbunden haben, so sind natürlich diese Producte der Verbrennung schwerer als der verbrannte Körper.

Es ist also im chemischen Sinne der Verbrennungs-Proceß eine Oxydation im Großen, und ganz so wie bei der Oxydation von Eisen, Blei oder Kupfer, Eisen-, Blei- und Kupferoxyde entstehen und Wärme dabei frei wird (welches bekanntlich bei jeder chemischen Verbindung der Fall ist), ebenso entstehen bei der Verbrennung der Brennstoffe aus Kohlenstoff und Wasserstoff die Oxyde Wasser und Kohlensäure unter Entwickelung von viel freier Wärme.

Den meisten Werth für die Industrie haben daher solche Brennstoffe, welche erstens nicht zu kostspielig, also reichlich vorhanden sind, zweitens bei ihrer Verbrennung eine dem Zwecke entsprechende Menge Wärme liefern und drittens deren Verbrennungs-Producte weder für den zu erhitzenden Körper, noch für Thiere und Pflanzen nachtheilig sind. Solche Brennmaterialien werden uns durch die verschiedenen Holzgattungen und durch den Torf, ferner durch die vorweltlichen Ueberreste von Pflanzen, wie Anthracit, Steinkohle und Braunkohle, sowie den durch die beim Erhitzen unter ganzem oder theilweisem Luftabschluß der erwähnten Brennstoffe entstandenen Coaks und Holzkohlen und schließlich durch die künstlichen Brennstoffe geliefert.

Da die Wärme, welche uns die Brennstoffe bei der Verbrennung liefern, von dem Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalte derselben abhängig ist, so ist der Gehalt der Brennstoffe an diesen Elementen, sowie überhaupt die chemische

Digitized by Google

Zusammensetzung derselben bei Beurtheilung ihres Heizwerthes von größter Wichtigkeit.

Wie schon früher erwähnt, giebt der Sauerstoff, welcher in den Brennmaterialien enthalten ist, mit dem darin enthaltenen Wasserstoff und einem Theile Kohlenstoff Wasser und Kohlensäure. Da man denselben schon mit dem vorhandenen Wasserstoff zu Wasser verbunden annimmt, so findet hierbei keine Wärme-Entwickelung statt, ebensowenig wie bei der gleichzeitig gebildeten Kohlensäure. Dieser Vorgang ist daher keine Verbrennung, sondern mehr ein Act der Wahlverwandtschaft, welche Kraft immer thätig auftritt, wenn zusammengesetzte organische Verbindungen erhitzt werden, wobei sie die Umbildung derselben in einfachere Körper anstrebt.

Die Heizkraft der Brennmaterialien wird daher mit dem größeren Sauerstoffgehalte abnehmen, weil dadurch ein umso größerer äquivalenter Theil des Kohlenstoffes und Wasserstoffes für die eigentliche Verbrennung als verloren anzunehmen ist und keine Wärme entwickelt. Die Menge des Kohlenstoffes und Wasserstoffes der Brennstoffe, welche allein Wärme liefert, ist die, welche übrig bleibt, nachdem der vorhandene Sauerstoff mit äquivalenten Mengen der ersten beiden Elemente, als Wasser und Kohlensäure, entfernt ist. Von dieser entwickelten Wärme geht aber noch die ab, welche zur Verdampfung des durch den vorhandenen Sauerstoff gebildeten Wassers oder des mechanisch anhängenden Wassers verloren geht. Es wird daher Coaks die meiste Wärme liefern, weil hier nicht allein das mechanisch anhängende Wasser, sondern auch das, was aus den Elementen des Holzes chemisch gebildet wird, entfernt wird und der Kohlenstoff gleichsam concentrirt ist.

Digitized by Google

II.

Das Holz.

Wenn Holz erhitzt wird, so entzündet es sich und brennt unter Licht- und Wärme-Entwickelung, bis die brennbaren Theile verzehrt sind.

Durch die trockene Destillation, welche jeder Verbrennung vorangeht, zersetzen sich die Bestandtheile der Brennmaterialien durch die Wärme zu einfachen Verbindungen, wie brennbare Gase, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff, Theerdämpfe und Wasser. Wenn der Sauerstoff, Wasserstoff und ein Theil Kohlenstoff dampfförmig entweichen und verbrannt sind, so bleibt nur Kohle zurück, welche ohne Flamme unter Glühen verbrennt. Die Stärke der Flamme und die Menge der zurückbleibenden Kohle wird durch die Bestandtheile, Structur, Trockenheit, Vertheilung und Schnelligkeit des Verbrennens der Brennstoffe bedingt.

Die Flamme entsteht, indem sich durch die Wärme aus den Brennstoffen Gase entwickeln, welche sich im Feuerraum verbreiten und hier unter starker Lichtentwickelung verbrennen. Da die Gase bei der hohen Temperatur, in welcher sie sich befinden, leichter als die Luft sind, so werden sie das Bestreben haben, in die Höhe zu steigen, und wird deshalb ihre Verbrennung hauptsächlich über dem Raume stattfinden, wo sich der gasentwickelnde Brennstoff befindet. Die Form der Flamme ist hierbei abhängig von der Form der Feuerungsanlage und von der Richtung und Schnelligkeit des Zuges. Die unverbrannten Mineralbestandtheile des Brennstoffes bleiben als Asche zurück.

Digitized by Google

Im Allgemeinen kann man annehmen, daß leichte Hölzer, welche etwas mehr Wasserstoff enthalten und bei welchen die Luft wegen ihrer größeren Porosität leichten Zutritt hat, eine schnelle, starke, anhaltende Flamme geben und unter Zurücklassung von wenig Kohle verbrennen.

Dichte und harte Hölzer, namentlich wenn dieselben viel Wasser enthalten und in großen Stücken verbrannt werden, zeigen das Gegentheil und geben eine kleine, nicht sehr andauernde Flamme unter Zurücklassung von viel Kohle.

Die Hölzer werden nach ihren äußeren Eigenschaften eingetheilt in weiche, halbharte und harte Hölzer.

Weiche Hölzer sind: Fichte, Tanne, Linde, Pappel, Weide u. s. w.

Halbharte Hölzer sind: Ahorn, Akazien, Birken, Eschen, Erlen, Lärchen und Kiefern.

Harte Hölzer sind: Birn-, Buchs-, Pflaumenbaum, Eichen, Roth- und Weißbuche, Ulmen, Kastanienholz u. s. w.

Alle Hölzer sind, frisch gefällt, leichter als Wasser und sinken daher nicht darin unter. Nur einige Hölzer, bei welchen die kleinsten Theilchen sehr dicht aneinander gelagert sind, daher nur wenig Luft enthalten, zeigen das Gegentheil. Vertheilt man aber die Holzfaser recht fein und läßt sie von Wasser durchdringen, so sinken selbst die leichtesten Hölzer unter und beweisen dadurch ihre größere Schwere.

Das specifische Gewicht aller Holzarten liegt nach Rumpford zwischen 1·46 bis 1·53. Das wirkliche Gewicht des Holzes ist übrigens selbst bei derselben Holzsorte sehr verschieden, und zwar je nach dem Alter und nach dem Boden, auf dem sie gewachsen sind. Das specifische Gewicht ist in frisch gefälltem Zustande immer größer als im lufttrockenen Zustande.

Digitized by Google

Nach den Untersuchungen von Karmarsch über das specifische Gewicht des Holzes in frischem und trockenem Zustande kann das Gewicht von 1 Kubikfuß trockenem Holze folgendermaßen angenommen werden:

Name der Hölzer	Specifisches Gewicht. Wasser = 1.						
	In frischem Zustande				In lufttrockenem Zustande		
	Gewicht von 1 rhein. Kubikfuß lufttr. Holze im Mittel Pfund	Geringstes Gewicht	Höchstes Gewicht	Durchschnitt	Geringstes Gewicht	Höchstes Gewicht	Durchschnitt
Ahorn	45	0·843	0·944	0·893	0·612	0·750	0·681
Apfelbaum	48	0·960	1·137	1·048	0·674	0·793	0·733
Birke	44	0·851	0·987	0·919	0·591	0·738	0·664
Birnbaum	45	—	—	—	0·646	0·732	0·689
Rothbuche	48	0·852	1·109	0·980	0·590	0·852	0·721
Buchsbaum	64	—	—	—	0·912	1·031	0·971
Eiche	52	0·885	1·062	0·973	0·650	0·920	0·785
Erle	36	0·809	0·994	0·901	0·423	0·680	0·551
Esche	46	0·778	0·927	0·852	0·540	0·845	0·692
Fichte (Rothstamm)	28	0·794	0·993	0·993	0·376	0·481	0·428
Föhre (Kiefer)	40	0·811	1·005	0·908	0·463	0·763	0·613
Kirschbaum	43	0·928	0·928	0·928	0·577	0·715	0·646
Lärche	34	0·694	0·924	0·809	0·473	0·565	0·519
Linde	34	0·710	0·878	0·794	0·439	0·604	0·522
Nußbaum	49	—	—	—	0·660	0·811	0·735
Pappel	31	0·758	0·956	0·857	0·353	0·591	0·472
Pflaumenbaum	54	—	—	—	0·754	0·872	0·813
Roßkastanie	38	—	—	—	0·551	0·610	0·580
Tanne (Weißtanne)	40	0·894	0·894	0·894	0·455	0·746	0·600
Ulme	41	0·878	0·941	0·909	0·568	0·671	0·619
Weide	30	0·715	0·855	0·785	0·392	0·530	0·461
Weißbuche	50	0·939	1·137	1·038	0·728	0·790	0·759
Weißdorn	57	—	—	—	0·871	0·871	0·871

Bei den verschiedenen Holzarten ist die Holzfaser der werthvollste Bestandtheil der Brennstoffe, welche auch in der größten Menge darin enthalten ist. Wasser, Extractivstoffe,

Digitized by Google

Harz, Saft und unorganische Bestandtheile sind die anderen, weniger wichtigen Bestandtheile.

Der Wassergehalt des Holzes ist bei älterem und dichtem Holze geringer als bei jungem, weniger dichtem; er ist größer im Splintholze und im Holze jüngerer Aeste und Zweige als im Kernholze eines alten Stammes, und bei weichen Hölzern gewöhnlich größer als bei harten. Nach Schübler und Neuffer fanden sich in 100 Theilen frischgefälltem Holze:

Name der Hölzer	Wassergehalt in 100 Th.
Hainbuche	18·6
Saalweide	26·0
Ahorn	27·0
Vogelbeere	28·3
Esche	28·7
Birke	30·8
Mehlbeere	32·3
Traubeneiche	34·7
Stieleiche	35·4
Weißtanne	37·1
Roßkastanie	38·2
Kiefer	37·7
Rothbuche	39·7
Erle	41·6
Espe	43·7
Ulme	44·5
Rothtanne	45·2
Linde	41·1
Italienische Pappel	48·2
Lärche	48·6
Baumweide	50·6
Schwarzpappel	51·8

Digitized by Google

Ebenso wechselt der Wassergehalt nach den verschiedenen Jahreszeiten; im Frühjahre, wo die Saftbildung eintritt, ist derselbe am größten, im Herbste aber, wo die Blätter abfallen, geringer, und im Winter am geringsten. Alle Hölzer, welche im Winter oder Herbst gefällt werden, sind daher zum Brennen und Verkohlen am tauglichsten, weil sie weniger Wasser enthalten, dagegen solche, welche im Frühjahre gefällt werden, ihres größeren Wassergehaltes wegen unzweckmäßig zum Brennen sind, indem ein großer Theil der entwickelten Wärme verbraucht werden würde, um das darin enthaltene Wasser zu verdampfen. Bevor man das Holz zum Brennen benützt, läßt man es bekanntlich, um es zu trocknen, längere Zeit an der Luft liegen, wodurch ein großer Theil des Wassers verdunstet.

Aber selbst durch jahrelanges Liegen ist es nicht möglich, den ganzen Wassergehalt des Holzes zu entfernen, da die Holzfaser die Eigenschaft hat, aus der Luft Wasser zu absorbiren. Holz, welches $1^1/_2$ bis 2 Jahre vor dem Regen geschützt, aufbewahrt wird, enthält immer noch 15 bis 20 Percent Feuchtigkeit. Um den Wassergehalt ganz zu beseitigen, würde man das Holz bei 100 bis 150 Grad C. trocknen müssen. Da dies aber zu viel Unkosten verursachen und sich das Holz nicht in diesem Zustande aufbewahren läßt, ohne wieder 15 bis 20 Percent Wasser aus der Luft aufzunehmen, so wendet man ganz wasserfreies Holz nur selten an. Nur dann, wenn dieses künstliche Austrocknen nicht mit großen Unkosten verknüpft ist und das Holz gleich verbraucht wird, wie z. B. in den Holzleuchtgas-Fabriken, wo man dasselbe durch die abziehenden Feuerungsgase trocknet, ist dasselbe von Nutzen.

Es verdient noch bemerkt zu werden, daß das Trocknen des Holzes an der Luft von einer Verminderung seines

Digitized by Google

Umfanges begleitet ist, welche leicht bis auf 0·1 desselben steigen kann.

Je nachdem die chemische Zusammensetzung des Bodens, auf welchem die Hölzer gewachsen sind, eine verschiedene ist, ebenso verschieden ist auch der Aschengehalt der Holzarten und wechselt nicht allein bei den verschiedenen Holzarten, sondern auch bei einer und derselben Holzart. Der Aschengehalt ist ferner verschieden in den einzelnen Theilen der Hölzer. In der Rinde ist mehr Asche als in den Zweigen und in den Zweigen gewöhnlich mehr als im Kernholze. Der Aschengehalt der verschiedenen Hölzer ergiebt sich aus folgender Tabelle:

Namen der Hölzer	Namen der einzelnen Holztheile	Aschenmenge in 100 Theilen Holz					
		Karsten	Berthier	Mollerat	Sanssure	Hertwig	Chevand.
Birke	Holz, jung	0·25	1·00	1·07	—	—	0·75
	„ alt	0·30	—	—	—	—	—
	Aeste	—	—	—	—	—	1·00
	junge Zweige	—	—	—	—	1·78	0·48
Eiche	Holz, jung	0·15	3·30	1·40	0·2	—	1·94
	„ alt	0·11	—	—	—	—	—
	Aeste	—	—	—	0·4	—	1·49
	junge Zweige	—	—	—	—	—	1·32
	Rinde	—	6·00	—	6·0	—	—
	Blätter	—	—	—	5·5	—	—
Erle	Holz, jung	0·35	—	1·39	—	—	—
	„ alt	0·30	—		—	—	—
Esche	Holz	—	—	2·30	—	—	—
Espe	Stamm u. Aeste	—	—	—	—	—	1·44
Fichte	Holz, jung	0·12	0·83	1·80	1·19	—	—
	„ alt	0·15	—	—	—	—	—
	Nadeln	—	—	—	2·6	2·65	—
Hainbuche	Holz, jung	0·32	—	1·14	0·6	—	—
	„ alt	0·35	—	—	—	—	—
	Splintholz	—	—	—	0·7	—	—
	Rinde	—	—	—	13·4	—	—
Hollunder	Stamm	—	1·64	1·39	—	—	—
Linde	Holz	0·40	0·59	1·45	—	—	—

Digitized by Google

Namen der Hölzer	Namen der einzelnen Holztheile	Aschenmenge in 100 Theilen Holz: Karsten	Berthier	Mulder	Saussure	Hartwig	Chevandier
Pappel	Holz	—	—	1·306	0 80	—	—
Rothbuche	Holz jung	0·37	—	0·612	—	0·38	0·73
	„ alt	0·40	—	—	—	—	1·54
	Aeste	—	—	—	—	—	0·72
	junge Zweige	—	—	—	—	—	0 62
	Rinde	—	—	—	—	—	—
Tanne	Holz, jung	0 22	—	—	—	2·31	—
	„ alt	0·25	—	—	—	—	—
	Rinde	—	—	—	—	—	—
	Nadeln	—	—	—	—	—	—
Ulme	Holz	—	—	—	2·28	—	—
Weide	Holz	—	—	—	—	—	2·94
	Aeste	—	—	—	—	—	3·66

Auch die Bestandtheile der Asche sind, je nach der chemischen Zusammensetzung des Bodens, sehr verschieden. Die Asche enthält verschiedene Metalloxyde und Säuren, namentlich Kalk, Kali, Eisenoxyd, Manganoxydul, Magnesia und Natron, welche mit Chlor, Kieselsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure verbunden sind. Einige Pflanzen enthalten auch noch Kupfer, Jod und Zinkoxyd.

In 100 Theilen Asche sind enthalten:

Bestandtheile	Buchenholz nach Souchay	Buchenholz	Buchenrinde	Tannenholz nach Hartwig	Tannenrinde nach Hartwig	Tannennadeln nach Hartwig
Kohlensaures Kali	14·80	11·72	3·02	11·30	2·95	29·09
„ Natron	3·02	12·37		7·42		
Schwefelsaures Kali	—	3·49		—		
Chlornatrium	0·13	—	—	—		
Kohlensaurer Kalk	68·75	49·54	64·76	50·94	64·98	15·41
Talkerde	7·16	7·74	16·90	5·60	0·93	3·89
Schwefelsaurer Kalk	1·47	—	—	—	—	—
Phosphorsaur. „	2·55	3·32	2·71	4·43	5·03	38·36
„ Talkerde	—	2·92	0·66	2·90	4·18	
„ Eisenoxyd	1·18	0·76	0·46	1·04	1·04	
„ Thonerde	—	1·51	0·84	1·75	2·42	
„ Manganoxydul	—	1·59	—	—	—	—
Kieselsäure	0·94	2·46	9·04	13·37	17·28	12·36

Digitized by Google

Beim Verbrennen des Holzes liefern die organischen Bestandtheile die eigentliche Wärmequelle und sind deswegen bei der Beurtheilung desselben auf den Brennwerth am wichtigsten. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sind hauptsächlich die Elemente, aus welchen die organische Masse des Holzes besteht; die beiden ersten Körper liefern beim Verbrennen die Wärme, während der Sauerstoff einen äquivalenten Theil Wasserstoff zu Wasser oxydirt und als Wasserdampf entweicht. In dem Holz kommt außer obigen drei Körpern eine geringe Menge Stickstoff vor.

Die Holzkörper weichen dem Gewichtsverhältniß der Elementarbestandtheile nach nicht bedeutend ab von der reinen Holzfaser (Holz, welchem man alle extractiven Bestandtheile, sowie sein Wasser entzogen hat).

Die Kenntniß dieser Verhältnisse giebt ebenso wichtige Aufschlüsse über das eigenthümliche Verhalten der einzelnen Hölzer, als sie bei der vergleichenden Werthbeurtheilung derselben wichtige Anhaltspunkte gewährt. Schödler, Petersen und Andere lieferten, davon ausgehend, die folgenden Resultate der Elementar-Analyse der bei 100 Grad C. vollkommen ausgetrockneten (vorher gepulverten) Hölzer.

In 100 Gewichtstheilen fanden sie:

Art des Holzes	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Beobachter.
Reine Holzfaser	52·65	5·25	42·10	Schödler und Petersen
Ahorn	49·80	6·31	43·89	» »
Birke	48·60	6·37	45·02	» »
Buche	48·53	6·30	45·17	» »
»	49·43	6·07	44·50	» »
»	54·35	6·25	39·50	Payen
»	51·45	5·82	44·73	Gay-Lussac
he	52·54	5·69	41·78	» »

Digitized by Google

Art des Holzes	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Beobachter
Eiche	54·44	6·24	39·32	Payen
Esche	49·36	6·07	44·57	Schödler und Petersen
Fichte	49·94	6·25	43·81	» »
Kiefer	49·59	6·38	44·02	» »
Lärche	50·11	6·31	43·58	» »
Linde	49·81	6·86	43·73	» »
Pappel . . .	49·70	6·31	43·99	» »
Tanne	49·95	6·41	43·65	» »
Ulme	50·15	6·43	43·39	» »
Weide	48·44	6·36	44·80	» »
»	50·00	5·55	44·44	Prout.

Die durchschnittliche Zusammensetzung von 100 Theilen getrocknetem Holze ergiebt sich nach dieser Tabelle zu:

Kohlenstoff . 48·5 bis 50 Theilen
Wasserstoff . 6·0 » 6·8 »
Sauerstoff . 43·5 » 45·0 »

Analysen von Heintz, welche der Berechnung des Heizeffectes durch Dr. Brix zu Grunde liegen.

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
Kiefernholz	49·87	6·09	43·41	0·63
Birkenholz	48.89	6·19	43·93	0·99
Eichenholz	48·94	5·94	43·09	2·03
Rothbuchenholz . . .	48·29	6·00	45·14	0·57
Weißbuchen	48·08	6·12	44·93	0·87

Der für die Verbrennung wichtigste Bestandtheil der Hölzer, der Faserstoff, hat nach Gay-Lussac und Thenard bei altem Holze, welches bei 100 Grad C. getrocknet ist, gleiche Zusammensetzung und besteht bei:

	Kohlenstoff	Wasser- und Sauerstoff
Eichenholz aus	52·53 Theilen	47·47 Theilen
Buchenholz »	51·47 »	48·53 »

Digitized by Google

Die beiden letzteren sind im Verhältniß von 1:8, also um Wasser zu bilden.

Nach Violette ist die Zusammensetzung der bei 100 Grad C. getrockneten verschiedenen Theile des Holzes eines und desselben Baumes eine sehr verschiedene; so verloren beim Trocknen die Blätter 80 Percent Wasser, die Zweige 45 Percent Wasser.

Die Resultate von Violett's Untersuchungen sind in folgender Tabelle enthalten:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauer- und Stickstoff	Asche
Blätter	45·015	6·971	40·910	7·118
»	52·496	7·312	36·737	3·454
Schwache Zweige	43·359	6·605	44·730	0·304
» »	48·855	6·342	41·121	3·682
Mittlere »	49·902	6·607	43·356	0·134
» »	46·871	5·570	44·656	2·903
Starke »	48·003	6·472	45·170	0·354
» »	46·267	5·930	44·755	2·657
Stamm	48·925	6·460	44·319	0·296
»	49·085	6·024	48·761	1·129
Starke Wurzeln .	49·324	6·286	44·108	0·231
» » .	50·367	6·069	41·920	1·643
Mittlere » .	47·390	6·259	46·126	0·223
Haarförmige » .	45·063	5·036	43·503	5·007

Sämmtlich von Lindenholz.

Es ergiebt sich hieraus:

1. Daß die Grundbestandtheile des Holzes eines und desselben Baumes ungleich vertheilt sind;

2. daß die Blätter und langhaarigen Wurzeln fast gleiche Zusammensetzung haben;

3. daß das Holz in allen Theilen desselben Baumes fast die gleiche Zusammensetzung hat;

Digitized by Google

4. daß die Blätter und die äußersten Wurzeln weniger Kohlenstoff enthalten, als die Rinde und das Holz;

5. daß die Blätter und die äußersten Wurzeln mehr Asche enthalten, als die übrigen Theile des Baumes, ebenso alle Rinden mehr als Holz.

Der Sauerstoff und Wasserstoff kommen nicht in allen Holzgattungen stets in dem Verhältnisse vor, um Wasser bilden zu können, es ist im Gegentheile fast immer ein Ueberschuß des letzteren vorhanden.

Den Kohlenstoff des getrockneten Holzes kann man durchschnittlich zu 50 Percent annehmen, den des gewöhnlichen lufttrockenen Holzes zu 40 Percent; im letzteren Falle sind noch 20 Percent hygroskopisches Wasser vorhanden.

Da sich aus den angeführten Analysen die beinahe gleiche Zusammensetzung aller Holzarten ergiebt, sollte man daher annehmen, daß bei gleichem Feuchtigkeitsgehalt gleiche Gewichte verschiedener Holzarten dieselbe Wärmemenge geben, wenn sie in der für ihre Dichtigkeit angemessenen Weise verbrannt werden.

Im praktischen Leben bewirken jedoch verschiedene Ursachen ein abweichendes Verhalten, welche namentlich in der verschiedenen Structur und Dichtigkeit der Hölzer zu suchen sind. Dichte, harte Hölzer werden daher nicht so leicht verbrennen als leichte, weiche Hölzer, welche wegen ihrer lockeren Beschaffenheit dem Sauerstoff der Luft den Zutritt mehr in das Innere gestatten. Ein an Wasserstoff reicheres Holz wird eine größere Flamme ergeben als ein an Wasserstoff ärmeres; fein gespaltenes Holz wird, weil es der Luft bei gleichem Gewichte eine größere Oberfläche darbietet, ebenfalls mit größerer Flamme brennen, als grob gespaltenes Holz. Leichtes, weiches Holz wird eine niederere

Digitized by Google

Temperatur liefern, als unter gleichen Umständen hartes Holz, weil von letzterem eine größere Gewichtsmenge auf den Feuerherd gebracht werden kann.

Will man von einer zum Verkauf aufgeklafterten Holzart den Brennwerth genau bestimmen, so ist vor Allem nöthig, daß man den Feuchtigkeitsgehalt und das Gewicht derselben genau kenne. Da man nach den früher angeführten Tabellen über die angestellten Versuche diese beiden Factoren genau kennt, so hat man nur noch zu berücksichtigen, daß das Aufklaftern des Holzes sehr verschieden ausgeführt und oft ein großer Raum nicht mit Holz ausgefüllt wird, vorzüglich dann, wenn die Holzstücke krumm sind, also bei Knüppelholz. Ein also nicht mit Holz ausgefüllter Raum beträgt oft $^1/_4$ bis $^1/_2$ des ganzen Holzhaufens.

Wenn man diese Punkte und die in der Tabelle auf der Seite 131 angegebenen Dichtigkeiten der Hölzer kennt, so wird es leicht sein, den Werth des Holzhaufens annäherend zu beurtheilen.

Deutsche Forstmänner sind der Ansicht, daß die Klafter Scheitholz nur 70 Percent, die Klafter starker Knüppel 60 Percent und die Klafter gewöhnliches Stockholz nur 50 Percent solide Holzmasse enthält.

III.

Der Torf.

Verschiedene in Sümpfen und feuchten Orten wachsende Moose, Haide- und Wasserpflanzen bilden als Zersetzungsproduct den Torf.

Digitized by Google

Karmarsch hat den Torf nach seinen äußeren Eigenschaften in vier verschiedene Arten eingetheilt, nämlich in:

1. Rasentorf, der jüngste Torf, der die nur wenig veränderten Moose und Wasserpflanzen noch deutlich erkennen läßt; hat ein specifisches Gewicht von 0·113 bis 0·263 und ein hannover'scher Kubikfuß wiegt von 6 bis 14 Pfund.

2. Junger, brauner Torf ist etwas älter als der vorige, seine Farbe geht vom Gelbbraunen bis zum Braunschwarzen, seine Dichtigkeit und Festigkeit ist sehr gering. In seinen verschiedenen Arten enthält er Wurzeln, Blätter oder Holztheile. Sein specifisches Gewicht geht von 0·240 bis 0·676 und das Gewicht eines hannover'schen Kubikfußes ist 13 bis 36 Pfund.

3. Erdtorf. In dieser Gattung des Torfes ist die ursprüngliche, organische Structur schon fast vollständig zerstört. Die Textur ist nicht mehr faserig sondern erdähnlich, die Bruchtheile sind schon oft glatt, von wachsartigem Glanze und zeigen vollkommen scharfe Kanten, die Farbe wechselt vom Braunen bis in's Pechschwarze. Sein specifisches Gewicht geht von 0·410 bis 0·902 und das Gewicht eines hannover'schen Kubikfußes ist 22 bis 48 Pfund.

4. Pechtorf, welcher gewissermaßen das Uebergangsglied zwischen den schwarzen Torfsorten und der Steinkohle bildet ist die älteste Gattung des Torfes und als solcher sehr dicht und hart, mit glatten, glänzenden Bruchflächen und hat von allen Torfsorten das größte specifische Gewicht, nämlich 0·639 bis 1·039, ein hannover'scher Kubikfuß davon wiegt 33 bis 55 Pfund.

Der luftrockene Torf hat einen Wassergehalt von 20 bis 25 Percent.

Digitized by Google

In einem Torf, welcher schon 2 Jahre in einem trockenen Raume lagerte, fand Karmarsch noch 18 Percent Wasser.

Der Aschengehalt des Torfes schwankt zwischen 2 bis 40 Percent, es liegt also bei solchen Schwankungen auf der Hand, daß der Werth des Torfes hauptsächlich nur nach dessen Aschengehalt beurtheilt werden kann und daß derselbe bei einem Gehalt von 30 bis 40 Percent Asche kaum mehr zu verwenden ist, besonders wenn die Asche viele Schlacke bildet.

Den Aschengehalt einiger Torfsorten zeigt folgende Tabelle:

	Percente	Beobachter
Torf bei Berlin, I. Lage	9·2	Achard
» » » II. »	10·2	»
» » » III. »	11·3	»
Alter schwarzer Torf von Möglin . . .	14·4	Eichhof
Junger brauner » » » . . .	14·4	»
Torf vom Eichsfelde I. Sorte	21·5	Buchholz
» » » II. »	23·0	»
» » » III. »	30·5	»
» » » IV. »	30·0	»
3 Sorten aus Friesland u. Holland	4·61 bis 5·85	Melder
9 » v. Schnaditzer Moor bei Schwemsal	5·30 » 37·1	Wellner
44 versch. Sorten aus d. Erzgebirge	1·00 » 24·0	Winkler
243 Sorten aus Hannover . . .	0·5 » 50·0	Karmarsch

Nach Dr. Vogel sind die Bestandtheile der Asche:

Kali und Natron .	2 bis	3·0	Percent
Phosphorsäure . . .	bis	2·5	»
Thonerde	0·2 bis	5·0	»
Magnesia . . .	1·0 »	15·0	»
Kalk	20·0 »	45·0	»
Kieselerde	»	30·0	»
Eisenoxyd	»	30·0	»

Digitized by Google

Aus 27 Aschen-Analysen, die Sir Robert Kane und Dr. Sullivan anstellten, folgen hier 5, und zwar sind die Torfarten, deren Aschen analysirt wurden:

1. Leichter Torf, obere Lage, gelblich braun, einzelne Moossorten erkennen lassend.

2. Leichter Torf, obere Lage gelblich braun, porös und faserig, ließ einzelne Pflanzen erkennen.

3. Mittlere Lage desselben Moores dunkelröthlich, compact, faserig. Die Structur des Mooses schwierig wahrzunehmen.

4. Untere Lage desselben Moores tief schwarzbraun, compact und dicht, mit fast vollkommen muschligem Bruch, ließ keine organische Bildung mehr erkennen.

5. Pechtorf, hart und fast mit ganz zerstörter organischer Structur, muschligem Bruch mit harzartigem Glanz. Ist ein sehr gutes Brennmaterial.

	1.	2.	3.	4.	5.
Spec. Gewicht	0·297	0·355	0·476	0·655	0·984
Kali	0·362	0·491	0·211	0·247	0·347
Natron	1·427	1·670	0·651	0·446	0·679
Kalk	26·113	33·037	29·716	24·944	45·581
Magnesia	3·392	7·523	1·204	1·285	1·256
Thonerde	4·180	1·686	0·298	0·360	0·129
Eisenoxyd	11·591	13·281	20 372	19·415	15·974
Phosphorsäure	1·461	1·438	1·066	0·242	0·188
Schwefelsäure	12·403	20·076	22·664	10·742	44·371
Salzsäure	1·568	1·747	0·439	0·335	0·337
In Säuren lösl. Kieselerde	0·980	2·148	0·645	1·082	1·043
In Säuren unlösliche Kieselerde und Sand	22·519	7·683	11·180	26·789	2·653
Kohlensäure	13·695	8·340	10·782	13'890	16·120

Was die organischen Bestandtheile des Torfes betrifft, so zeigen dieselben, je nach dem Alter und dem Grade der Zersetzung, eine verschiedene chemische Zusammensetzung. Durchschnittlich ist der Kohlenstoffgehalt des Torfes größer als der des Holzes, wie es der Vermoderungsproceß, welchen der Torf durchmacht, nicht anders mit sich bringt

Digitized by Google

Alter, sehr vermoderter Torf enthält im Mittel nach Abzug von Wasser und Asche:

Kohlenstoff	60
Wasserstoff	6
Sauerstoff	32
Stickstoff	2
	100

Junger, wenig vermoderter Torf:

Kohlenstoff	53
Wasserstoff	6
Sauerstoff	39
Stickstoff	2
	100

Torf aus den Torfmooren zu Laibach in Krain:

Kohlenstoff	65·69
Wasserstoff	5·60
Sauerstoff	24 67
Stickstoff	2·04
Asche	2·00
	100·00

Nach Heinz ist die Zusammensetzung des Torfes:

Torf von Linum Flatow:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
1. Sorte	50·36	4·20	34·27	11·17
2. »	53·69	4·84	31·73	9·74
3. »	55·01	4·63	31·44	8·92

Torf von Buschfeld-Neulangen:

1. Sorte	51·54	4·69	33·90	9·87
2. »	50·13	5·36	35·24	9·27

Bei Vergleichung der Zusammensetzung des Holzes mit der des Torfes ergiebt sich ein Ueberschuß von 10 Per-

Digitized by Google

cent Kohlenstoff und 2 Percent Wasserstoff für den letzteren, vorausgesetzt, daß der Wasser- und Aschengehalt derselbe ist.

Der Torf eines Hochmoores bei Braunschweig wurde von Wiegmann auf seine näheren Bestandtheile untersucht und in 100 Theilen gefunden:

Humussäure	27·600
Wachs	6·200
Harz	4·800
Erdharz	9·000
Humuskohle	45·200
Wasser	5·300
salzsaure Kalkerde	0·515
Schwefelsäure	0·280
Kieselerde und Sand	0 720
Alaunerde	0·080
kohlensaurer Kalk	0·440
Eisenoxyd m. phosphors. Kalk	0·265

IV.

Fossile Brennstoffe im Allgemeinen.

Fossile Brennstoffe nennt man die Producte der Zersetzung vorweltlicher Pflanzen, welche in mächtigen Lagern in der Erde vorkommen und als Brennstoffe ihre Anwendung und Verwerthung finden; sie sind nach ihrem Alter und ihren Eigenschaften eingetheilt in:

1. Anthracit, das Zersetzungs-Product der frühesten ersten Periode;

2. Steinkohle, das Zersetzungs-Product der mittleren zweiten Periode;

3. Braunkohle, das jüngste und dritte Glied der fossilen Brennstoffe.

Digitized by Google

Sie sind hauptsächlich durch ihren Kohlenstoffgehalt unterschieden, der mit dem Alter wächst, daher beim Anthracit am größten, weniger groß bei den Steinkohlen und am kleinsten bei den Braunkohlen ist.

Ebenso wie bei allen anderen Brennstoffen ist auch bei den fossilen bei Beurtheilung ihres Werthes als Heizmaterial der Wasser- und Aschengehalt, sowie der Gehalt an brennbaren Bestandtheilen maßgebend.

Braunkohlen.

Die elementare Zusammensetzung der Braunkohle beträgt nach Abzug von Wasser und Asche in 100 Theilen alter Kohle im Mittel:

Kohlenstoff	67·5
Wasserstoff	5·8
Sauerstoff u. etwas Stickstoff	26·7
	100·0

In 100 Theilen junger Kohle:

Kohlenstoff	57
Wasserstoff	6
Sauerstoff u. etwas Stickstoff .	37
	100

Lufttrockene Braunkohle enthält im Sommer etwa 20 Percent Wasser, im Winter 30 Percent; frisch geförderte Braunkohle enthält 40 bis 50 Percent Wasser, erdiges Braunkohlen-Mulm bis 60 Percent Wasser.

Der Aschengehalt beträgt von 1 bis 50 Percent.

Aus folgender Tabelle von Liebig und Poggendorf kann man den Wasser- und Aschengehalt, sowie den Gehalt an den verbrennlichen Bestandtheilen verschiedener Braunkohlen Oesterreich-Ungarns und Deutschlands ersehen.

Digitized by Google

Fundorte der Braunkohlen	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Asche	Coaks	Wasser
Oesterreich-Ungarn.						
Schönefeldt bei Aussig (Böhmen)	61·2	5·1	21·3	12·3	—	21·2
Helle Lignite aus der Grube Segen Gottes, untere Lage	68·6	6·0	24 0	1·4	40·9	48·1
Pseudo-Lignite von Segen Gottes, obere Lage	54·6	4·1	27·4	16·9	60·0	41·3
Wildshut	53·8	4·2	25·4	15 5	54 7	—
Thallern	49 6	3 8	22·7	19·3	63·7	—
Gloggnitz	57·7	4·4	22 1	12 5	54·4	—
Grünbach (Pechkohle)	69·6	4·2	17·4	6·9	60·9	—
Kostolan, Ungarn	45·7	4·3	17 0	33·0	—	38·8
Aeltere Formation, Tokodt, Ung.	67·5	4·7	27·8	11·0	68·7	—
„ „ Csolnok, „	71·5	5·2	23·2	5·6	—	—
„ „ Sasisap, „	67·8	4·9	27·2	9·4	61·2	—
„ „ Zsemle, „	71·9	4·7	23·3	4·3	59·5	—
„ „ Braunberg, „						
1. Aus dem Rudolphi-Lager	70·8	4·7	24·4	2·4	50·9	—
2. „ „ Josephi-Lager	71·3	5·0	23·5	4·6	46·0	—
Deutschland.						
Erdige stänglige von Meißner	70·1	3·2	7·5	15·4	—	—
Erdige Pechkohle „ „	65·6	4·7	27·1	2·4	—	—
„ „ „ Ringkuhl	60·8	4·3	24·6	0·8	—	—
„ „ „ Habichtswald	57·2	4 5	26·1	1·3	—	—
Glanzkohle von Ringkuhl	66·1	4·8	18·5	2·7	—	—
Pechkohlenartige Glanzkohle von Habichtswald	54·2	4·2	27·0	14·6	—	—
Unterste Schicht von Ringkuhl	53·0	4·1	21·9	4·9	—	—
Mittlere „ „ „	55·0	4·0	22·3	3·2	—	—
Stillberger	50 8	4·6	21·4	6·9	—	—
Helmstedt	68·6	4·8	19·9	8·4	—	—
Schöningen	63·7	5·0	22·8	7 8	—	—
„ andere Grube	64 8	4·5	23·1	7·6	—	—
Lignit von Ringkuhl	51·7	5·2	30·4	1·3	—	—
„ „ Cöln	63·4	5·0	27·1	5·5	36·1	—
„ „ Usnach	55·3	5·7	36·8	2·2	—	—
„ „ Laubach	57·3	6·0	36·1	0·6	—	—
Rauer'sche geformte b. Fürstenwalde	55·6	4·1	19·0	21·1	—	11·0
„ in Stücken	61·4	4·9	23·5	10·1	—	38 6

Digitized by Google

Fundorte der Braunkohlen	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Asche	Coats	Wasser
Frankfurt a. O.	59 6	4·8	26·4	9·0	—	16·0
Tollwitz	63·1	5·7	20·0	11·0	—	51·4
Zscherben	64·2	5·7	17 4	12 5	—	45·3
Biere	52·8	4·9	15 6	26·5	—	31·4
Stechau	64·5	5·1	25·3	4·9	—	43·7
Wittenberge	64·0	5·0	27 5	3·5	—	17·3
Riestedt, Georgen-Grube	57·1	4·1	27·0	11·6	—	33·4
Fossiles Holz	61·1	5·1	31·0	1 8	—	31·6
Erdige Kohle mit fossilem Holze von Voigtstedt	49·1	4·4	32 2	14·1	—	49 2
Erdige Kohle mit fossilem Holze von Löderburg	45·3	4·9	31·9	7·8	—	49·5
Erdige Kohle von Mertendorf	49·5	5·1	22·8	21·5	—	48 6
Erdige Kohle mit Körpel von Altenweddingen	57·7	4·7	22·9	14·6	—	47·3
Erdige Kohle von Biere	55·9	4·7	22·5	16·8	—	46·9
Erdige Kohle von Tollwitz	57·4	5·2	25·4	11·8	—	49 6
Erdige Kohle von Prezsch	50 8	4·9	26·2	18 4	—	50·7
Erdige Kohle von Trudity	54·0	5·2	27 9	12·8	—	48·6
Erdige Kohle mit Stücken von Brumby	47 8	4·2	18·4	29·5	—	40·6
Erdige Kohle von Zscherben	57·8	5·5	24·5	12·1	—	44·5
Erdige Kohle von Runthal (oberer Bau)	59·3	5·8	26·3	8·5	—	50 0
Erdige Kohle von Runthal (unterer Bau	65·9	6 0	25·6	2·3	—	48 7
Erdige Kohle von Wörschau	60·7	5·5	23 1	10·1	—	49·9
Erdige Kohle von Gnostewitz (mit Stücken)	67·1	10·2	10·0	12·6	—	—
Erdige Kohle von Lebendorf in „wirkliche" „übergehend"	47·7 59·6	4·3 8·9	17·6 17 9	30·3 13·7	— —	42·7 —
Helle Lignite aus der Grube Alexandria	70 2	6 4	26·4	1·9	49·3	48·5
Helle Lignite aus der Grube Neue Hoffnung (untere Lage)	66·7	5·6	27·6	1·0	48·6	—
Helle Lignite aus der Grube Gute Hoffnung	65·0	5·9	27·1	2·0	47·3	38·6

Digitized by Google

Fundorte der Braunkohlen	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Asche	Coaks	Wasser
Helle Lignite aus der Grube Nassau (obere Lage)	62·1	5·2	26·9	5·8	51·0	32·7
Dunkle Lignite aus der Grube Adolph	58·2	5·9	35·1	1·7	37·3	20·2
Pseudo-Lignite von Trischberg (obere Lage)	66·7	5·6	25 3	2·4	52·5	—
Pseudo-Lignite von Kohlensegen (untere Lage)	64·3	5·5	26·1	4·1	51·3	—
Pseudo-Lignite von Nassau (obere Lage)	60·4	4·5	26·6	8·4	49 8	46·6
Pseudo-Lignite von Victoria (obere Lage)	58·8	4·5	26·7	10·0	54·6	33·5
Pseudo-Lignite von Wilhelmszeche (obere Lage)	56·7	4·5	27·4	11 3	53·6	—
Erdige Conglomerate von Oranien (obere Lage)	55·8	4·3	18·7	14 0	52·7	—
Erdige Conglomerate von Victoria (obere Lage)	33·9	3·1	24·4	14·3	73·4	40·7
Erdige Conglomerate von Eduard (obere Lage)	41·7	3·0	19·4	30·7	59·4	—
Blätterkohle von Eduard	62·8	6·7	17·3	11·0	—	24·6
Helle Lignite von Burglengenfeld bei Regensburg	65·2	5·6	28·1	1·0	46 2	—
Dunkle Lignite von Burglengenfeld bei Regensburg	63·7	5·8	29·4	0·9	49·8	45·6

Der in dieser Tabelle angegebene Wassergehalt bezieht sich auf grubenfrische, die Menge der brennbaren Bestandtheile, der Asche und des Coaks bezieht sich auf die getrocknete Kohle.

Das specifische Gewicht der Braunkohle ist sehr verschieden, bei erdigen Braunkohlen schwankt dasselbe zwischen 1·25 bis 1·45, bei Ligniten zwischen 1·2 bis 1·8.

Digitized by Google

Tabelle über die Bestandtheile der Asche:

1. Braunkohlen-Asche von Artern in Thüringen nach Kremers:		2. Braunkohlen-Asche aus Braunschweig nach Varrentrap:	
Kali	1·0	Kali	1·9
Natron	1·7	Natron	—
Kalk	20·5	Kalk	23·7
Magnesia	2·1	Magnesia	2·6
Thonerde	29·5	Thonerde	11·6
Eisenoxyd	32·8	Eisenoxyd	5·8
Schwefelsäure	9·1	Schwefelsäure	33·8
Kieselsäure	3·1	Kohlensäure u. Thon	19·3

Lignit oder fossiles Holz heißt diejenige Braunkohle, bei welcher die Structur der Pflanzen, aus welcher sie entstanden, noch ziemlich erhalten ist; erdige Braunkohle heißt diejenige, welche entweder keine oder nur noch selten Pflanzentheile erkennen läßt.

Die meisten Braunkohlen-Sorten enthalten Schwefel, und zwar bis zu 6 Percent, welcher theils als schwefelsaures Salz oder, wie es noch öfters der Fall ist, als Schwefelkies darin enthalten ist. Solche schwefelhaltige Braunkohle entwickelt beim Verbrennen schweflige Säure, welche metallene Körper, die darin erhitzt werden, angreift und langsam zerstört. Auch darf solche schwefelhaltige Kohle nicht in hohen Haufen aufbewahrt werden, weil sie sich durch den eigenen Druck leicht erhitzt und entzündet.

Bei der Anwendung von Braunkohle ist ihre geringe Cohärenz ein großer Uebelstand, der namentlich beim Transporte sehr hinderlich ist; auch bei längerem Aufbewahren, resp. Austrocknen, bewirkt diese mangelhafte Cohärenz der Braunkohle leicht ein Zerbröckeln in Kohlenklein oder Grus.

Digitized by Google

V.

Steinkohle.

Es ist mitunter sehr schwierig, die Steinkohle von der Braunkohle zu unterscheiden, sie hat wohl durchschnittlich ein höheres specifisches Gewicht als die letztere, obwohl auch manchmal das specifische Gewicht der letzteren größer ist.

Die Steinkohle, Schwarzkohle, hat, wie bereits früher bemerkt, ein höheres Alter als die Braunkohle; sie scheint meist das Vermoderungs-Product von urweltlichen Monokotyledonen, namentlich Farrenkräutern, Lykopodien und Equiseten zu sein; sie kommen meist in großen Lagern vor, die mit Schieferthon und Sandstein abwechseln; es zeigt sich an ihnen keine Holztextur mehr, sie sind weit compacter und dichter als Braunkohle, schwerer als Wasser und ihrem Kohlenstoffgehalte nach sind sie sehr von einander verschieden.

In England theilt man die Steinkohle ihrem Aussehen und ihrem Verhalten in der Wärme nach ein in: Backkohlen, Splint- oder harte Kohlen, Kirschenkohlen und Cannel- oder Parrotkohlen.

In Deutschland unterscheidet man nach Karsten die Steinkohle ihrem Verhalten beim Erhitzen oder Verbrennen nach in Sandkohle, die bei der Destillation in Pulver zerfällt; in Sinterkohle, die zusammensintert, und in Backkohle, welche beim Glühen schwarze, geschmolzene glasige Massen bildet.

Digitized by Google

Die ersten haben zu wenig Wasserstoff gegenüber dem Sauerstoff; die zweiten enthalten mehr Wasserstoff, als nothwendig ist, um mit dem vorhandenen Sauerstoff Wasser zu bilden; die letzten enthalten den meisten Wasserstoff.

Dem Aeußeren nach unterscheidet man die Steinkohle in:

1. Pechkohle, welche ein tiefschwarzes glänzendes Aeußere hat;

2. Schieferkohle, welche sich beim Bruche in horizontale Flächen spaltet;

3. Blätterkohle, welche in ganz dünnen horizontalen Schichten spaltbar ist.

4. Grobkohle, die einen matten Glanz hat, dickschiefrig ist und einen unebenen grobkörnigen Bruch besitzt.

Das specifische Gewicht der Steinkohle schwankt zwischen 1·2 bis 1·4, der Aschengehalt zwischen 0·15 bis 28 Percent.

Einige Beobachter wollten gefunden haben, daß die Steinkohlen derselben oder nahe aneinander gelegenen Lagerstätten gleiche Verhältnisse in dem specifischen Gewichte und dem Aschengehalte hätten, so zwar, daß, wenn der erste steigt, auch der letztere steigen müsse; dies trifft zwar bei einigen Kohlen, wie z. B. bei den von Beuver-Creck, bei denen von Maryland und Pennsylvanien zu; bei vielen anderen aber ist dies nicht der Fall, so zwar, daß man mit Recht sagen kann, Kohlen von gleichem specifischen Gewichte können doch ungleiche Mengen von Asche enthalten. Gute reine Steinkohle enthält nach Göppert selten mehr als 5 bis 10 Percent Asche. Da, wo der Aschengehalt größer ist, läßt sich die Kohle nicht mehr zu den gewöhnlichen Steinkohlen rechnen, sondern in den meisten Fällen zu den Schieferkohlen, bei welchen die eigentliche verkohlte Pflanzensubstanz mit unorganischen Stoffen gemengt ist und daher beim Verbrennen viel Asche hinterläßt.

Digitized by Google

Namen und Fundorte der Kohlen	Specifisches Gewicht	Asche in 100 Theilen
Splintkohle, Wylam Banks, Newcastle	1·302	13·912
„ Kohlenlager bei Glasgow	1 307	1·128
Cannelkohle, Wigan in Lancashire	1·319	2·545
„ Parrotkohle von Edinburg	1·318	14·566
Kirschenkohle, Jarrow, Newcastle	1 266	1·676
„ Hauptmasse der Kohle von Newcastle	1 286	1·421
Backkohle, Garesfield, Newcastle	1 280	1·395
„ Sout, Hetton, Durham	1·274	1·519
„ Alais, Rochebelle, fette und harte Steinkohlen	1·322	1·41
„ Rive de Gier, p. Henry detto	1·315	2·46
„ Flenu von Mons	1·276	2·10
„ „ „ „	1 292	3·68
„ Rive de Gier, Cimetière	1·288	3 57
„ „ „ „ „	1 294	2 99
„ „ „ „ Couzon	1·298	2 72
„ „ „ „ „	1·311	5 32
„ Lavayssе	1·284	5·31
„ Epinac	1·353	2 53
„ Commentry	1·319	0·24
Sinterkohle, Blanzy	1·362	2 28
„ Rive de Gier, Grand Croix	1·298	1·78
„ „ „ „ „ „	1·302	1·44
Sandkohle, Anthacrit von Lamure, Departement de l'Isére	1·362	4·57
Sandkohle Anthacrit von Macot	1·919	26·47
Backkohle, Obernkirchen	1·279	1 00
Sinterkohle, Ceral, Departement Avevron	1·294	11·86
Sandkohle, Norvy, Departement des Vosges	1·410	19·20
Sinterkohle, St. Girons	1·316	4·08
„ Belestont	1 305	0·89
Backkohle, Czernitz in Oberschlesien	1·362	5·80
„ Grube Gnade Gottes, Niederschlesien	1·285	4·65
„ „ Glückhilf	1·276	0·80
„ Sulzbach bei Duttweiler, Saarbrücken	1·258	0·15
„ Wettin, Saalkreis	1·466	24·40
„ Sälzer und Neuack, Westfalen	1 288	0 70
„ Potschappel, Sachsen	1·454	27·70

Digitized by Google

Namen und Fundorte der Kohlen		Specifisches Gewicht	Asche in 100 Theilen
Sinterkohle, Königin Louise, Oberschlesien		1·280	0·2
„ Königsgrube		1·285	0·6
„ Merchweiler, Saarbrücken		1·282	0·9
„ Zeche, Trinhauf, Niederschlesien		1·518	23·4
Sandkohle,			
Hundsnacken, Westfalen		1·338	0·6
Beata, Oberschlesien		1·383	11·9
Nr. 1. Beaver-Creeck, Lucerne Conty	Nordamerika	1·560	1·28
Nr. 2. „ „ „		1·594	4·00
Nr. 3. „ „ „		1·613	5·01
Nr. 4. „ „ „		1·630	5.063
Maryland und Pennsylvanien		1·320	7·52
„ „ „		1·350	9·58
„ „ „		1·365	10 35
„ „ „		1·385	11·75
„ „ „		1·485	14·41

Diese Tabelle bestätigt das früher Gesagte wegen Nichtübereinstimmung des specifischen Gewichtes mit dem Aschengehalte.

Die Aschenbestandtheile der Steinkohle bestehen hauptsächlich aus Thon, Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, sehr geringe Mengen von Alkalien, Kieselerde, Schwefelsäure, Spuren von Phosphorsäure, außerdem noch ganz geringe Mengen Jod, Brom, Baryt und Silber.

Daubrée fand Arsen und Antimon; Richardson Titansäure, Nickeloxydul und Zinkoxyd; Vansa endlich fand noch Kupfer und Blei.

Folgende Tabelle aus Liebig's und Poggendorf's »Handbuch der Chemie« enthält die Zusammensetzung einiger Steinkohlenaschen.

Digitized by Google

Namen und Fundorte	Kali	Natron	Mangan	Kalk	Magnesia	Kieselerde	Thonerde	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Ganzer Aschengehalt
Amerik. Steinkohle.											
Lugar Loaf Co's Anthracit I. . .	—	—	0·2	2·8	1·0	53·6	36·7	5·6	—	—	4·8
Deutsche Steinkohle.											
Glanzk. v. Zwickau	0·6	0·3	—	3·8	0·5	45·1	22·5	25·8	—	1·0	1·9
Lockere Nußk. dto.	0·1	—	—	1·2	0·3	60·2	31·6	6 3	—	0 1	1·7
Waldenburg . . .	0·1	0·3	—	3·6	1·6	31·3	8·3	54 5	—	0·3	11·2
Engl. Steinkohle.											
Tontipool	—	—	—	12 0	Spur	40·0	44 8		0·7	2·2	5·5
Bedwas	—	—	—	5·1	1 2	26·9	56·9		1·7	7·2	6·9
Porthmawr . . .	—	—	—	6·2	0·7	34 2	52·0		0 6	4 1	2 9
Ebb Vale	—	—	—	3 9	2·2	53·0	35·0		0·9	4·9	14·7
Coleshill	—	—	—	6 0	1·3	59·3	29 1		0·4	3·8	10 7
Splint	—	—	—	3 7	1·1	37·6	52·0		0 9	4 1	1·5
Elgin	—	—	—	2·6	1·7	61·6	24·4		1·2	8·4	4·0

Zusammensetzung der brennbaren Bestandtheile und des Aschengehaltes mehrerer in- und ausländischer Steinkohlen von Heinz.

Namen und Fundorte der Kohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Asche	Coaks	Wasser
Belgische Steinkohlen.								
Levant du flenu	82·9	5·2	10·1	—	—	1·7	66·3	—
Esconfieux	85·1	4·4	7·2	—	—	2·1	72 3	—
Bellevue	86·4	4·4	6·0	—	—	3·1	79·9	—
Mariemont	87·4	4·6	5·7	—	—	2·3	89·4	—
Trieu Kaisen Charleroy	86·4	4·2	5 3	—	—	3·5	83·8	—
Sars le Moulins	88·7	4·2	5·2	—	—	1·8	85·3	—

Digitized by Google

Name und Fundort der Kohle		Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Asche	Cooks	Wasser
Deutsche Steinkohlen.									
Zwickau, Rußkohle vom Bürgerschacht	Sachsen	82·1	5·3	10·4	0 6	0·3	1·1	—	8·0
Zwickau, Pechkohle vom Auroraschacht	Sachsen	73·8	4·7	14·1	0·6	0·5	6·2	—	6·0
Zwickau, v. Oberhohndorf	Sachsen	76 0	5·0	10·0	0·2	1·5	2·8	—	4·5
Zwickau, von Planitz	Sachsen	77·3	4.2	9·3	0·2	0·5	4·0	—	4·8
Zwickau, von Zwickau	Sachsen	72·2	4·8	12·3	0·2	1·8	2 4	—	6·3
Zwickau, von Niederwürschnitz	Sachsen	71·6	4·3	10·8	0·2	1·5	4·5	—	7·5
Hänichen	Sachsen	68·2	3·7	10·0	0·5	1·1	14·0	—	4·2
Potschappel	Sachsen	64·4	3·3	14·5	0·2	0·8	14·0	—	3·3
Königl. Werke	Sachsen	65·4	4·2	11 0	0·1	1·3	14·6	—	4·3
„	Sachsen	56·5	3·8	10·8	0·1	3·1	23·4	—	4·9
Bethelsdorf	Sachsen	54·1	3·7	10 9	0·2	2·2	27·6	—	3·2
Ebersdorf	Sachsen	40·5	2·7	12·1	0·1	0·7	41·7	—	3·7
Preußische Steinkohlen.									
Revier Bochum.									
Zeche Engelsburg, Flötz Stemmannsbank		85·90	4·56	4·77	1·56	—	3·21	—	—
Zeche Friedrich Wilhelm, Flötz Siebenhandbank		82·22	5·00	7·71	—	—	5·07	—	—
Zeche Präsident, Flötz Präsident		79·72	4·62	11·56	0·84	—	3·26	—	—
Zeche Franziska Tiefblau, Hangendes Flötz		77·10	4·55	11·79	—	—	6·56	—	—
Zeche Louise Tiefblau, Flötz Nr. 8		78·05	5·05	12·92	—	—	3·98	—	—
Revier Ibbenbühren.									
Zeche Schafberg, Flötz Alexander		82·02	4·16	4·53	—	—	9·29	—	—
Zeche Glücksberg, Flötz Flottwell		77·25	4·02	8 14	—	—	10·59	—	—
Zeche Glücksberg, Flötz Franz		72·66	4·05	9·24	—	—	14·05	—	—
„ Laura bei Minden		74·81	4·35	8·76	—	—	12·08	—	—

Digitized by Google

Name und Fundort der Kohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Asche	Coaks	Wasser
Revier Inde bei Eschweiler.								
James-Grube, Flötz Großkohl	89·5	4·2	4·0	—	—	2·20	—	—
Centrum-Grube, Flötz Großkohl	83·7	4·0	7 0	1·2	—	4·00	—	—
Centrum-Grube, Flötz Gyr	90·62	4 5	1 31	—	—	3·57	—	—
" " " Fornetzel	84·06	4·27	2·22	—	—	9·45	—	—
Revier Essen.								
Zeche Satzer und Neumark, Flötz Röttgersbank	85·6	4 6	5·9	1·71	—	2·1	—	—
Zeche Hundsnacken, Flötz Hitzberg	88 2	3·8	3·7	—	—	4·2	—	—
Zeche Victoria-Mathias, Flötz Anna	86·43	5·32	5·67	—	—	2·58	—	—
Zeche Kunstwerk, Flötz Sonnenschein	89·58	4·30	4·04	—	—	2·08	—	—
Revier Oberschlesien.								
Eugeniens Glück-Grube	73·2	4·9	19·1	—	—	2·7	—	—
Königs-Grube, Gerhardt-Flötz	79·5	4·8	12·9	—	—	2·6	—	—
Louisen-Grube, Oberflötz	70·0	4·9	14 8	—	—	10·1	—	—
Fausta- " Faustaflötz	77·2	4·5	13·3	—	—	4·8	—	—
Königin Louise-Grube, Heinitz-Flötz	73 9	4·8	15·1	2·5	—	3·6	—	—
Morgenroth-Grube, Morgenroth-Flötz	74·57	4·82	16·14	—	—	4·47	—	—
Königs-Grube, Heinzmanns-Flötz	73·48	4·95	18·64	—	—	2·93	—	—
Louisen-Grube, Unterflötz	70·79	5·32	19·34	—	—	4·55	—	—
Fausta-Grube, Charaflötz	76 63	4·98	13 92	—	—	4·47	—	—
Hoym-Grube, Hoymflötz	72·96	4·38	12·12	—	—	10·54	—	—
Leo-Grube, Leoflötz	78·22	4·89	12·95	—	—	3 94	—	—
Königin Louise-Grube, Pochhammer-Flötz	77·25	4·98	13·86	—	—	3·91	—	—

Digitized by Google

Name und Fundort der Kohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Asche	Coaks	Wasser
Königin Louise-Grube, Redenflötz	82·72	5·0	10·67	—	—	1·56	—	—
Leopold-Grube, Leopold-Flötz	76·21	5·03	13·50	—	—	5·26	—	—
Revier Saarbrücken.								
Gerhardt-Grube, Brustflötz	72·4	4·4	15·0	—	—	8·1	—	—
Heinitz-Grube, Blücherflötz	80·5	5·0	11·9	—	—	2·5	—	—
Duttweiler-Grube, Natzmer-Flötz	83·6	5·1	9·0	0·6	—	1·5	—	—
Duttweiler-Grube, Brieosflötz	81·29	5·3	8·54	—	—	4·87	—	—
Gerhardt-Grube, Heinrich-Flötz	70·20	4 7	13·27	—	—	11·83	—	—
Heinitz-Grube, Asterflötz	78·97	5·10	13·22	—	—	2·71	—	—
Revier Waldenburg.								
Segengottes-Grube, älteres Flötz	82·0	5·2	10·2	—	—	2·51	—	—
Gräflich Hochberg-Gruben, zweites Flötz	70·9	5·6	14·3	—	—	9·10	—	—
Glückshilf-Grube, zweites Flötz	80·8	5·1	9·5	—	—	4·6	—	—
David-Grube, Hauptflötz	79·18	1·55	11·08	—	—	5·19	—	—
Fuchs-Grube, achtes Flötz	79·30	5·06	10·56	—	—	5·08	—	—
Neue Heinrichs-Grube, zweites Flötz	80·82	4·96	8·14	—	—	6·08	—	—
Revier Wettin.								
Löbgrüner-Grube, Oberflötz	81·4	3·7	3·6	—	—	10·79	—	—
Wettiner-Grube, Oberflötz	77·5	5·1	5·3	—	—	12·04	—	—
Revier Worms bei Aachen.								
Neulauer Weg-Grube, Flötz Furth	88·6	4·1	4·4	—	—	2·9	—	—

Digitized by Google

Name und Fundort der Kohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Asche	Coaks	Wasser
Neulauer Weg-Grube, Flötz Großathwerk	89·32	3·8	2·71	—	—	4·17	—	—
Alte Grube, Flötz Großlangenberg	90·4	4·1	4·1	—	—	1·4	—	—
Französische Steinkohlen.								
Mais, Dep. du Gard . .	88·5	4·8	—	5·1	—	1·4	—	—
Flenû von Mont	84·0	5·2	—	8·6	—	2·1	—	—
Epinac	86·5	5·1	—	11·8	—	2·5	—	—
Blanzy	76·0	5·2	—	16·4	—	2·3	—	—
Anthracitkohle v. Lamure Dep. de l'Isère . . .	89·0	1·6	—	4·6	—	4·5	—	—
Italienische Steinkohlen.								
Magere Kohle von Monte Massi	62·0	5·0	17·8	0·9	—	14·2	—	5·7
Fette Kohle von Monte Bomboli	76·5	4·8	13·0	0·9	—	5·7	—	6·1
Kohle aus Sardinien, Canton Gonea	60·0	4·7	29·4	—	—	5·8	—	4·4
Ungarische Steinkohlen.								
Fette Backkohle, Barbara-Grube bei Szabol . .	83·7	4·9	—	11·2	—	11·4	77·8	—
Fette Backkohle, Michaelis-Grube bei Vaßas . . .	88·7	5·0	—	6·2	—	2·9	76·8	—
Sinterkohle, Grube von Purkari	85·3	5·0	—	9·6	—	1·6	73·1	—
Sinterkohle, Grube von Merkur	84·5	4·9	—	10·5	—	2·6	68·2	—
Sinterkohle, Grube von Simon u. St. Anton .	82·5	4·3	—	13·1	—	10·5	76·3	—
Sandkohle aus der heil. Dreifaltigkeits-Grube .	83·8	4·3	—	11·8	—	8·2	78·1	3·2
Sandkohle aus der Emilia-Grube	78·4	3·9	—	17·7	—	1·5	70·6	7·3

Digitized by Google

Bei Kohlen älterer Formation fand Bischof als Mittel von 128 Analysen nach Abzug von Asche und Feuchtigkeit:

82·3 Percent Kohlenstoff
5·5 » Wasserstoff
12·2 » Sauerstoff

Die Steinkohle ist keine einfache chemische Verbindung, sondern ein Gemenge mehrerer Bestandtheile von sauerstoffreicheren (z. B. veränderter Cellulose) mit sauerstoffärmeren Verbindungen oder mit Kohlenwasserstoffen. Die Kohle verliert beim Liegen an der Luft an Brenn- und Heizkraft, weil die in derselben schon fertig gebildeten flüchtigen bituminösen Bestandtheile, welche eine große Heizkraft haben, hierbei abgeschieden werden.

Bei längerem Liegen könnte die Kohle auch möglicherweise eine Verschlechterung durch die Aufnahme von Sauerstoff erleiden; auch kann dadurch der Heizeffect erniedrigt werden, daß sich die Structur der Kohle zersetzt.

Frisch geförderte Steinkohle entwickelt beim Erhitzen auf 50 Grad C. ein Gas, wahrscheinlich Grubengas; beim Erhitzen unter 300 Grad C. entwickelt sich auch etwas condensirbares Oel, wahrscheinlich Benzol.

Daß die Steinkohle bei längerem Lagern an Heizwerth verliere, ist durch die Untersuchungen von Grundmann an der Bergschule zu Tarnowitz sichergestellt. Derselbe extrahirte die Steinkohlen mit Aether und fand, daß das nach der Verdunstung des Aethers zurückbleibende Harz das Doppelte von dem Gewichtsverluste der Steinkohlen betrug; es mußte daher eine sehr schnelle Oxydation der Extractionsproducte stattgefunden haben. Derselbe schloß hieraus, daß derselbe Fall, wenn auch langsamer, beim

aeren Lagern der Kohle durch Verwitterung stattfindet.

Digitized by Google

Die Steinkohle entzündet sich ebenso wie die Braunkohle, namentlich bei einem Gehalte an Schwefelkies, von selbst an der Luft. Dies findet statt, sowohl in den Gruben, wie beim Aufbewahren in großen Haufen (Halden).

VI.

Anthracit.

Die Kohle der ältesten Periode der Erdbildung, bei welcher der Zersetzungsproceß am weitesten vorgeschritten ist, oder bei deren Bildung eine sehr hohe Temperatur stattgefunden, so daß Sauerstoff und Wasserstoff fast ganz verflüchtigt wurden, heißt Kohlenblende oder Anthracit. Er ist von eisenschwarzer Farbe, starkem Glanz und muschligem Bruch und besitzt eine so dichte Structur, daß er sich nur schwierig entzünden läßt, daher wird derselbe auch selten und dann fast immer nur unter Anwendung eines Gebläses als Heizmaterial benutzt.

Was die Zusammensetzung des Anthracit betrifft, so beträgt dessen Aschengehalt 1 bis 7 Percent; der Wassergehalt ist geringer wie bei Steinkohle.

In 100 Theilen enthält der Anthracit an brennbaren Bestandtheilen:

92	bis	94	Percent	Kohlenstoff
2	»	4	»	Wasserstoff
2	»	4	»	Sauerstoff und
1	»	2	»	Stickstoff.

Wenn man nun die natürlich vorkommenden Brennstoffe in ihrer Zusammensetzung vergleicht, so findet man den

Digitized by Google

meisten Kohlenstoff und den wenigsten Sauerstoff beim Anthracit; den meisten Sauerstoff und den wenigsten Kohlenstoff beim Holze. Vom Holz bis zum Anthracit findet eine allmähliche Abnahme von Sauerstoff und eine Zunahme von Kohlenstoff statt. Dies ist wohl der beste Beweis für die Entstehung der fossilen Brennstoffe aus holzartigen Stoffen, durch allmähliche Zersetzung, wie wir es beim Torfe noch heute beobachten.

Bei der allmählichen Zersetzung dieser an Sauerstoff reichen Pflanzen treten Kohlensäure, Grubengas (welches sich in den Steinkohlenbergwerken fortwährend beobachten läßt und unter dem Namen Grubengas oder schlagende Wetter bekannt ist), Kohlenoxyd, Wasser, häufig auch flüssige Producte, wie Erdöl, aus. Die zurückbleibende Masse wird dadurch natürlich immer ärmer an Sauerstoff, während der Kohlenstoff in demselben Verhältnisse zunimmt. Je älter die Kohle ist, je weiter ist diese Zersetzung vorgeschritten und desto größer ist der Kohlenstoffgehalt.

Aus folgender von Knapp zusammengestellten Tabelle ist dies am übersichtlichsten zu ersehen, in welcher die Zusammensetzung der Brennstoffe vom Holze bis zum Anthracit nach Abzug der Asche angegeben ist.

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Holzfaser	52·65	5·27	42·10
Torf von Valcaire	60·44	5·96	33·60
Lignit von Kolin	66·96	5·27	27·76
Erdige Braunkohle von Dux .	74·20	5·89	19·90
Steinkohle von St. Colomb, secundär	76·18	5·64	18·07
Steinkohle Revier de Gier, Corbeyre, Kohlengebirge . . .	90·50	5·05	4·40

Digitized by Google

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Anthracit, Mayenne, Uebergangsgebirge	92·85	3·46	3·19
Anthracit, von Nordamerika .	94·20	2·50	3·30

Hiernach ergiebt sich:

Für die Holzfaser ein Kohlenstoffgehalt von 52·65 Percent, Sauerstoff 42·10 Percent, für Anthracit ein Kohlenstoffgehalt von 94·20 Percent, Sauerstoff 3·30 Percent.

Anhang.

Heizwerthe mehrerer in- und ausländischer Braun- und Steinkohlen.

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Braunkohlen.							
Italien.							
S. Giuliano b. Valdagno . . .	6·5	16·4	—	—	3706	14·1	57·448
Bevilaqua	4·8	36·6	—	—	2579	20 3	39·978
M.	9·5	27·7	—	—	3130	16·7	48·519
Serbien.							
Melnitz	—	2·15	—	—	4167	12·6	64·610
Bukovics	21·00	28·55	—	—	1921	27·32	29·778
Nicolc, Necot Krs.	12·32	2·83	—	—	4424	11·86	68 580
Szupaner Gebirge	20·42	2·40	—	—	4219	12·44	65·400
Walachei.							
Bachna	15·08	7·11	—	—	4234	12·40	65·633
Illovicza	24·08	4·60	—	—	3756	13·98	58·223

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes		Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Oesterreich-Ungarn. Böhmen.								
Rosenthal bei Teplitz, Andreas-Zeche		17·9	6·8	—	—	3582	14·6	55·526
Eichwald bei Teplitz, Erzgebirge		—	11·4	—	—	3763	14·4	58·334
Unter-Reichenau bei Ellbogen		—	5·3	—	—	5604	9·3	86·870
Haberspirk (Starke) bei Ellbogen		—	12·0	—	—	4666	11·2	72·329
Königsberg bei Eger, unt. Lage, Moorkohle		—	7·8	—	—	3796	13·8	58·843
Mariahilf b. Neuk. Moorkohle		—	5·3	—	—	4090	12·3	63·401
Barbara Zeche	Saazer Becken	—	12·2	—	—	3729	14·1	57·808
Buschengelar-Zeche		—	8·8	—	—	3966	13·2	61·487
Himmelsfürst b. Johndf.		—	2·9	—	—	4305	12·1	66·742
Habrauer-Zeche		—	2·2	—	—	4463	11·8	68·776
Hubert-Zeche b. Hammer		—	1·2	—	—	4825	10·8	74·801
Josef-Zeche b. Moreliz		—	3·6	—	—	4452	11·7	69·020
Magdalenen-Zeche b. Pohlerad		—	8·5	—	—	4147	12·6	64·289
Milhauer-Zeche		—	2·5	—	—	4656	11·2	72·174
Theresia-Zeche b. Brück		—	6·1	—	—	4147	12·6	64·291
„ „ „		—	6·5	—	—	4113	12·7	63·764
Triebschütz „ „		—	4·2	—	—	4565	11·5	70·772
Wurzwes		—	11·8	—	—	3921	13·3	60·786
Binowe bei Salesi		—	12·6	—	—	3702	14·5	57·398
Daubravitza (Fürst Clary)	Aussig-Teplitzer Becken	2·50	6·8	—	—	3319	11·5	51·449
Hlinig-Zeche		—	7·4	—	—	4056	12·9	62·889
Hottowitz		—	2·3	—	—	4475	11·7	69·371
Kosten, Eleonora-Zeche		—	2·7	—	—	4249	12·3	65·867
Mertendorf „ „		—	10·2	—	—	3469	15·1	53·779
Kühbusch bei Teplitz		—	4·2	—	—	4610	11·4	71·472
Plankersdorf, Seg. Gott. Gr.		—	10·2	—	—	3864	13·5	59·913
Prödlitz		—	1·2	—	—	4542	11·5	70·421
Schöbritz b. Aussig, 2 Fl.		—	1·9	—	—	4565	11·5	70·771
Modlan-Zeche b. Teplitz		—	2·5	—	—	4507	11·9	69·900
Tschinschel		—	24·3	—	—	2034	25·8	31·532
Türmitz		—	6·4	—	—	4158	12·6	64·465
Wernstadt, Barbara-Zeche		—	9·0	—	—	3695	14·2	57·283
„ Johannes-Zeche		—	21·4	—	—	3051	17·2	47·298
Wiklit		27·5	2·8	—	—	3768	12·5	58·409
Sobochloben, Doblhffsch.		—	2·3	—	—	4542	11·5	70·407

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes		Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Karbitz, Saxonia-Sch.	Aussig-Teplitzer Becken	19·5	5·6	—	—	3789	12·5	58·735
Elbe Colliery-Limited bei Mariaschein		30	3·4	—	—	3662	12·1	58·776
Richard-Schacht		30	4·6	—	—	3536	12·3	54·813
Herbitz, Ritschel-Sch.		31	9·0	—	—	3551	13·0	55·045
Dalmatien.								
Bocche di Cattaro		11·7	4·8	—	—	4384	11·9	67·958
„ „ „		18·6	6·1	—	—	4712	11·1	73·042
Galizien.								
Dombora, Fortuna-Flötz	schwarz, glänzend im Bruche	13·6	4·3	1·3	—	4718	11·1	73·135
„ Cokerill „		12·0	7·9	2·4	—	4433	11·8	68·718
„ Hangend „		12·3	10·0	2·3	—	4333	12·1	67·167
Jaworczer, Oerzek „		15·72	3·55	1·7	—	4845	11·1	75·037
„ Friedr. Aug. „		13·7	5·06	1·2	—	4809	11·1	74·546
„ Niedzielisko „		13·8	3·19	0·9	—	5168	10·3	80·111
Kärnten, Krain und Küstenland.								
St. Georgen, Lavantthal		—	3·5	—	—	4136	12·6	64·114
Wiesenau, Lavantthal		—	10·2	—	—	3700	14·1	57·355
Guttaring, „		—	25·7	—	—	3096	16·9	47·992
Kernalpe bei Pontafel		1·5	4·4	—	56·0	6181	8·4	95·814
Sagor, schw., glänz., muschl. Bruch		20·0	5·0	1·3	—	3604	14·6	55·867
„ „ „ „ „		19·5	5·5	1·2	—	3469	15·1	53·774
„ „ matt „ „		18·78	4·47	1·6	—	3553	14·8	55·076
„ graubraun „ „		15·34	2·23	1·9	—	4278	12·3	66·315
„ braun „ „		21·07	3·59	1·2	—	3634	14·4	56·332
„ gewöhnliche „ „		—	—	0·76	—	3966	13·0	61·487
Tschernemble, bitum. Lignit		—	—	—	—	4328	12·1	67·090
„ „ „		—	—	—	—	3480	15·0	53·945
„ „ „		—	—	—	—	3729	14·0	57·805
„ Kohlenschiefer		—	—	—	—	2825	18·5	43·791
Neudegg		—	—	—	—	4486	11·7	69·545

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Knappousche b. Laibach Hangendbk.	5·9	6·5	—	—	5062	10·3	78·468
„ Mittelbank	10·4	2·2	—	—	4859	10·8	75·321
„ Liegendbank	7·0	8·7	—	—	4786	11·0	73·911
Save-Flötz, 30 Klafter tief . . .	6·0	9·9	—	—	4226	12 4	65·509
Mähren und Schlesien.							
Dubniar bei Göding	18·8	14·4	—	—	2262	23·2	35·064
Ratischkowitz, Stefans-Schacht First	—	13·45	—	—	2698	18 5	41·817
„ „ „ Mittel	—	13·45	—	—	2847	18·5	44·144
„ „ „ Sohle	—	20·0	—	—	2416	20 9	37·452
„ Adolfi- „ First	—	12·95	—	—	2757	19·2	42·744
„ „ „ Mittel	—	13·4	—	—	2740	19 3	42·481
„ „ „ Sohle	—	20·3	—	—	2570	20·5	39·852
„ Otto- „ First	—	13·47	—	—	2876	17·7	44·583
„ „ „ Mittel	—	13 5	—	—	2898	18 9	44·933
„ „ „ Sohle	—	15·75	—	—	2887	18·2	44·758
Schardiz, St. Nr. 1 First . .	—	13·5	—	—	3028	17·5	46·949
„ „ „ Mittel . .	—	22·6	—	—	1785	29 6	27·678
„ „ „ Sohle . . .	—	10·09	—	—	3232	16 4	50 101
„ 1 Kreuzschl. First . .	—	21 2	—	—	2517	20·7	39·018
„ „ „ Mittel . .	—	3·6	—	—	3684	14·3	57·108
„ „ „ Sohle . .	—	9·7	—	—	3028	17·5	46·947
„ 2 „ First . .	—	6 8	—	—	3254	16·2	54·514
„ „ „ Mittel . .	—	10·4	—	—	2983	17·7	46 247
„ „ „ Sohle . .	—	12·6	—	—	3186	26·6	49 400
„ Wasser-Str. First . .	—	24·6	—	—	2553	20·7	39 621
„ „ „ Mittel . .	—	4·9	—	—	3411	13·5	52·876
„ „ „ Sohle . .	—	18·1	—	—	3141	16·8	48·699
„ Strecke Nr. 12 First .	—	15·3	—	—	3051	17·3	47·298
„ „ „ „ Mittel	—	15·2	—	—	2644	20 0	40·994
„ „ „ „ Sohle	—	14·8	—	—	3051	17·3	47·298
„ „ „ 15 First .	—	16·0	—	—	3141	16·8	48·699
„ „ „ „ Mittel	—	15·9	—	—	2779	29 0	43 093
„ „ „ „ Sohle	—	13·0	—	—	2893	18 3	44 844
Tscheitscher Werk Thaddäus-Schacht	—	10·3	—	—	3277	16·1	50·801
„ „ „ Licht- „	—	12·2	—	—	2983	17 7	46·247
„ „ „ Haupt- „	—	14·5	—	—	3141	16 8	48 699
„ „ Ferd. I. Lichtsch.	—	8·2	—	—	3458	15 0	53·604

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. Zollig Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Tscheitscher Werk alt. Ferdinandisch	—	11·2	—	—	5367	15·7	52·203
" " Ferd. Hauptstreck.	—	19·0	—	—	3593	15·4	55·706
" " " Lichtschacht	—	11·0	—	—	3503	14·1	54·305
" " Carolischacht	—	10·1	—	—	3299	16·0	51·152
Gayer Werke	6·8	3·92	—	—	3906	13·4	60·548
" "	9·95	5·07	—	—	3532	14·8	54·751
" "	8·88	19·83	—	—	2537	20·7	39·327
" "	6·97	11·89	—	—	3378	15·5	52·363
Lettowitz	13·0	49·8	—	—	1537	45·6	23·824
"	10·7	30·4	—	—	2441	27·3	37·996
Obora a. Blauschieferbr.	7·1	15·5	—	—	2656	24·9	41·166
Niederösterreich.							
Gloggnitz	11·3	7·5	—	—	4104	12·8	63·618
" (Sinterkohle)	25·15	12·54	—	54·36	4053	—	62·827
Grünbach (Sandkohle)	6·75	6·92	—	66·93	4933	—	76·468
" "	—	4·7	—	—	5028	10·0	77·941
Starzing	11·2	14·45	—	—	3480	15·0	53·945
Krummnußbaum	13·9	3·8	—	—	4124	12·7	63·928
Thallern (Sandkohle)	22·53	19·34	—	63·7	3498	—	54·224
Oberösterreich und Salzburg.							
Thomasroith	—	5·0	—	—	3469	15·6	53·774
Wildshut	26·15	15·58	—	54·7	3621	—	56·130
Steinbachgraben b. Salzb.	1·0	2·7	—	—	5266	9·83	81·630
Steiermark.							
Krügerl bei Voitsberg	14·3	3·0	—	—	3887	13·5	60·254
" " "	16·6	4·3	—	—	3706	14·1	57·448
Hochecker in Rosenthal	12·6	1·0	—	—	4305	12·2	66·733
" " "	12·6	1·4	—	—	4226	12·4	65·509
" " "	15·5	5·0	—	—	3729	14·0	57·805
Brilmayer in Schaflos	12·3	1·6	—	—	4327	12·1	67·074
" " "	13·2	3·6	—	—	3898	13·5	60·424
" " "	18·9	4·3	—	—	3435	15·2	53·247
Graf Henkel in Sankowitz	11·2	1·0	—	—	4068	12·9	63·059
" " " "	10·8	0·8	—	—	3808	13·7	59·029
" " " "	10·5	1·6	—	—	4034	13·0	62·532

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
v. Pittoni in Rosenthal	16·0	4·5	—	—	3842	13·6	59·556
„ „ „ „	11·5	1·0	—	—	4226	12·4	65·509
Marchel in Rosenthal	24·1	6·5	—	—	3909	13·4	60·595
„ „ „	15·0	4·0	—	—	3921	13·3	60·781
„ „ „	13·6	5·2	—	—	3774	13·9	58·502
Fischer in Mitterndorf	13·8	2·5	—	—	3887	13·5	60·254
„ „ „	17·1	0·8	—	—	4452	11·8	69·012
„ „ „	11·8	0·7	—	—	4226	12·4	65·509
Welzig bei Voitsberg	13·3	1·4	—	—	3819	13·7	59·200
„ „ „	15·5	8·0	—	—	3356	15·6	52·022
„ „ „	12·9	0·8	—	—	3887	13·5	60·254
Geb. Sprung in Voitsberg	14·6	7·2	—	—	3570	14·7	55·340
„ „ „ „	15·5	10·2	—	—	3356	15·6	52·022
„ „ „ „	11·7	1·9	—	—	4181	12·5	64·811
Zeitlinger „ „	14·5	4·6	—	—	3661	14·3	56·750
„ „ „	12·7	11·5	—	—	3774	13·9	58·502
Obergmeiner in Tergist	12·1	1·4	—	—	4192	12·5	64·982
„ „ „	11·4	4·5	—	—	3887	13·5	60·254
„ „ „	12·0	4·3	—	—	3819	13·7	59·200
Rim bei Graz, Liegendbank	26·3	10·8	2·14	—	2852	19·5	44·210
„ „ „ Mittelbank	25·4	10·1	1·09	—	2968	18·0	46·008
„ „ „ Oberbank	29·0	10·1	1·24	—	2711	20·8	42·024
Kalkgrube bei Schwannb.	20·0	10·6	—	44·3	3661	14·8	56·757
„ „ „	12·1	6·4	—	44·0	4097	13·1	63·519
Eibiswald, Anna M. Schacht	12·9	14·9	0·92	—	4274	12·7	66·253
„ Adalberti „	12·7	15·7	0·78	—	4966	10·7	76·980
„ Theresia „	9·10	7·07	1·39	—	4708	11·3	72·980
„ beste Qualität	9·95	2·6	0·79	—	5092	10·4	78·934
Steiereck, St. Thomas St.	15·4	6·6	—	—	3966	13·2	61·478
„ Marein	16·7	8·9	—	—	3570	14·7	55·340
Schönek	15·8	5·8	—	—	4022	13·0	62·346
Tombach bei Wies	14·5	8·5	—	—	3966	13·2	61·478
Jaganigg „ „	14·6	15·5	—	—	3661	14·3	56·751
Dobernau bei Neuhaus	8·1	13·0	—	57·2	5413	10·0	83·910
Hrastowetz	0·7	1·25	—	—	6757	7·7	104·74
Cilli	14·0	16·3	—	—	3457	15·1	53·588
Weitenstein bei Cilli	1·7	7·2	—	56·5	5627	9·3	87·226
„ „ „	1·6	4·8	—	57·3	5943	8·8	92·125

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. Rigolling. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Weitenstein bei Cilli	1·7	2·7	—	59·86	6034	8·7	93 535
" " "	1·8	4·9	—	58·65	921	8·8	91 784
" " "	1·6	5·9	—	59·66	034	8·7	93·535
Wies bei Eibiswald	13·1	4·8	—	—	4960	10·6	76 887
Leibnitz	—	8·6	—	—	4565	11·0	70 764
Eggenburg	20·05	8·9	—	—	3797	12·4	58 859
Purschlag (Mürzthal)	5·02	18·0	—	—	4603	13·4	71 367
" "	17·4	11·0	—	—	4023	15·3	62·363
Ungarn.							
Lupyniak bei Krapina	5·3	10·3	—	—	4305	12·2	66 733
Dolhi	3·5	12·8	—	—	4576	11·4	70 934
Paktenitza a. d. Muhr (Lign.)	8·1	24·5	—	—	3480	15·1	53 945
Prepanna bei Szomobor	10·4	15·7	1·6	—	3265	16·3	50·626
Carlowitz, Eschikowalzthal	12·2	16·3	—	—	3159	16·6	48 973
Balasse-Gyarmath (Lign.)	17·5	7·4	—	—	3433	15·2	53 216
Neudorf bei Gran	14·0	7·5	—	—	4135	12·6	64 098
Doroph " "	Spur	6·9	—	—	4327	12·1	67 074
Mogyoros "	"	6·0	—	—	4350	12·0	67 431
" " "	"	21·7	—	—	3423	15·3	53 061
" " "	"	5·9	—	—	4384	11·9	67 958
" " "	"	10·1	—	—	4034	13·0	62 532
Tokod " "	"	9·3	—	—	4169	12·6	64 625
Annathal " "	"	5·7	—	—	4384	11·9	67 958
Zsemble " "	15·1	12·3	—	—	4056	12·9	62 873
Czakaniháza bei Fülek	6·1	7·4	—	—	3990	13·5	61·861
Losoncz	17·9	9·3	—	—	3570	14·7	55 340
Preßburg	2·7	4·2	—	—	4904	10·7	76 019
Neustadt an der Waag	0·9	1·5	—	—	4475	21·1	69 371
Nagy-Halap im Neogr. Com.	13·3	10·3	—	—	4102	12·7	63·587
Ujfalu	14·9	2·9	—	—	3717	14·1	57·618
Ustja im Arvaer Com.	7·3	16·2	—	—	4054	14·8	62·853
Balassa Gyarmath	14·8	12·2	—	—	3763	13·9	58 332
Czinhova im Arvaer Com.	6·6	17·4	—	—	4624	13·8	71 651
Stanitz " "	8·4	15·4	—	—	4481	16·1	69·475
Liesek " "	5·5	16·2	—	—	5042	14·9	79·160
Mehadia	16·3	10·5	—	—	3333	15·7	51 666
Weitzenried	9·5	17·7	—	—	3209	16·3	49 744

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Caransebes, Golletz, Schmiedstoll.	15·1	23 5	—	—	2486	21·1	38·552
„ „ Bachsohle .	21 4	18 4	—	—	2838	18·5	44 008
„ Illova, Ausbiß . .	18·1	10 9	—	—	3444	15·2	53·402
„ „ im Schacht	18·8	5·4	—	—	3522	14 9	54·611
„ „ 4′w. F. i. St.	16·9	6·6	—	—	3734	14 0	57·898
„ „ 4′w. F. a. d. Sohle . .	16 0	16 2	—	—	2880	18 2	44·659
„ „ 10′ Mittelbank	14·1	23 8	—	—	2459	20 5	39·528
„ „ „ Firstbank	16·7	18·2	—	—	2767	18 9	42·908
„ Schmied'sche Grube .	15·2	42 2	—	—	1555	33·7	24·120
Arwönis vom Schacht	18·9	10·8	—	—	3433	15·2	53 226
Domasnie, Hergl. Ausb. . . .	21·5	12·5	—	—	3197	16·4	49·573
Vecserova, d. E. Hofmann . . .	20 2	17·4	—	—	2821	18 6	43·745
„ „ „ „ . . .	19·1	15·7	—	—	2798	18 7	43·373
„ „ „ „ . . .	15 8	2·3	—	—	3835	13 7	59·448
Bazovics, Matesseran St. . . .	17·2	14·2	—	—	3910	13·4	60·611
„ Miniſchthal	19 6	2·9	—	—	4494	11·6	69·633
„ Ligidia, Thom. St. .	22·2	1·9	—	—	4457	11·7	69·090
„ Lapusnik	26·9	4·7	—	—	4085	12·8	63·323
„ Rudaria, Ausbiß . .	19·2	2·6	—	—	4308	12 1	66·780
Zſillthaler Stückkohle	4 8	6·5	—	—	4770	11·0	73·942
„ Würfelkohle	4·8	12·6	—	—	4450	11·7	68·981
„ Kleinkohle	4·8	22·4	—	—	3784	13·8	58·657
Kronſtadt, des Th. Roth	7·7	38·8	0·76	—	3125	—	48·447

Steinkohlen.

Deutſchland. Oberſchleſien.

Königsgrube, Gerh. Fl. Erbr. Sch.	5·4	2·7	—	69·8	7587	—	117·60
„ „ „ Hedw. „	5 1	3·0	—	71 0	7637	—	118 38
„ Heintzmann „	5·3	3·2	—	68 4	7357	—	114·04
„ Sattel „ Bahnſch. .	4·4	2 4	—	68·9	7539	—	116·88
„ „ „ Erbr. Sch.	5·2	5 9	—	71 3	7165	—	111·08
Königin Louiſengrube, Schuckn. F.							
Oberbau	2 7	4·6	—	72·5	7269	—	112·68
Unterbau	2·9	0·8	—	70·2	7651	—	118·61
Heinzm. Fl. Firſtb.	1 5	27·8	—	77·8	5318	—	88·45

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Königin Louisengrube, Schuckn. F.							
Redensl Südfeld	2·2	2·2	—	76·4	7184	—	111·36
„ Nordfeld	2·5	7·9	—	80·0	7088	—	109·88
„ 60° Sohle	2·1	4·3	—	74·3	7547	—	117·00
Pochhamsl. 40° Sohle	3·2	2·6	—	74·3	7752	—	120·45
„ 60° „ Nordfeld	2·9	3·9	—	73·3	7709	—	119·51
„ 40° „ Südfeld	2·2	1·3	—	70·7	7718	—	119·65
Karolingrube, Fanniflötz, Oberb.	6·9	3·2	—	61·2	7033	—	109·04
„ „ Unterb.	6·6	2·1	—	64·2	7155	—	110·91
„ Karolinfl., Oberb.	5·9	2·8	—	62·3	7152	—	110·68
„ „ Unterb.	5·9	3·2	—	64·3	7333	—	113·68
Louisenglückgr. Oberflötz	7·7	1·7	—	61·5	7274	—	112·75
Niederflötz	8·0	2·9	—	60·8	7295	—	113·09
Comb. Gottes Segen, Nanteflötz	3·2	21·6	—	74·3	5758	—	89·27
„ „ „ Antoniafl.	3·7	8·9	—	71·5	6884	—	106·72
Carlsgrube, Nanteflötz	2·9	9·3	—	71·5	6902	—	107·00
Comb. Hugozwanggrube b. Rechlowitz, Oberflötz	3·6	7·5	—	70·7	6943	—	107·64
Mittelflötz	3·6	4·8	—	70·0	7115	—	110·30
Hugoflötz	3·8	3·2	—	71·1	7258	—	112·52
Rev. Kattowitz, Ferd. Grube IV. F.	6·3	4·4	—	65·7	7081	—	109·77
„ „ „ „ V. „	6·6	1·5	—	68·4	7206	—	111·71
„ „ Beategrube, Oberfl.	7·3	4·0	—	67·0	7090	—	109·92
„ „ „ Niederfl.	7·6	5·9	—	66·6	6765	—	104·86
„ „ Locomotivg., Tiefesl.	9·3	5·7	—	61·4	6657	—	103·19
„ „ „ Lonicerfl.	8·6	5·1	—	63·7	6819	—	105·72
„ „ Jakobgrube „	6·7	4·4	—	64·5	6078	—	94·21
„ „ N. Premsag., Leopfl.	11·0	8·1	—	60·7	6432	—	99·72
„ Ratibor, Annagrube b. Pschow	2·1	7·0	—	71·0	7097	—	110·02
„ „ Charlotteg. b. Czern.	2·7	5·4	—	68·7	7170	—	111·14
„ „ Beatenglückgr., Gellhornflötz	3·2	1·7	—	66·2	7104	—	110·13
„ „ Hoymg. b. Birtultai	3·3	8·3	—	70·0	6947	—	107·70
Waldenburg, Bradesch, Fuchsgr.	1·6	3·1	—	72·8	7680	—	119·07
Saarbrücken.							
Dudweiler	5·1	5·7	—	—	6895	—	106·88
Sulzbach	5·0	5·0	—	—	6888	—	106·78
Altenwald	5·0	4·6	—	—	6938	—	107·56

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Heinitz, Dechen-Schächte	5·0	3·5	—	—	6935	—	107·50
Merchweiler	5 1	4·9	—	—	6643	—	102·97
Reden	4·7	6·6	—	—	6472	—	100·34
Grube Ziehwald	4·7	8·6	—	—	6281	—	97·36
Wellesweiler	4 7	3 6	—	—	6527	-	101·17
Geislautern	4.6	8 3	—	—	5833	—	90·43
Firstenhausen	5·2	10·2	—	—	6026	—	93·42
Stangermühl	4·4	7·7	—	—	6187	—	95·90
Gerhard	4·6	7 6	—	—	5909	—	91·61
Prinz Wilhelm	4·7	5 6	—	—	6066	—	94·04
Schwalbach Grieshorn	4·8	8·3	—	—	5982	—	92·72
Dilsburg	4 8	7·5	—	—	5951	—	92·24
Oesterreich-Ungarn.							
Böhmen.							
Brandeisel, Michael-Sch.	4 1	5·3	0·2	—	5517	9 4	85·52
Kladno, Thinnfeld	1·7	4 6	—	—	5966	8·8	92·48
„ Bressen	5·3	5 9	—	—	6257	—	96·99
„ „	13·1	1·6	—	—	5602	—	86·84
Buschtehrad, beste Sorte	3·2	2 3	0 2	—	5819	—	90·20
„ schlechtere Sorte	4·9	9·1	3 4	—	4994	—	77·41
Rakonitz	11 3	10 7	—	—	4531	11·6	70·23
Schatzlar vom 40" Flötz	4·7	5 2	—	—	5469	9 6	84·77
„ „ großen „	2·9	6·8	—	—	5718	9·1	88·63
Radnitz-Bras, Gr. Sternberg	—	4 5	—	—	5345	9 8	82·85
„ Saligergrube	—	2 2	—	—	5299	9·9	82·14
„ Stark'sche Grube	—	9·4	—	—	4915	10·6	76·18
„ Graf Wrbna	—	13 7	—	—	5277	9·7	81·80
„ „ Wurmbrand	—	20 0	—	—	4633	11·3	71·81
Wegwanow, Neuschacht	6·5	43 2	0 1	—	2983	—	46·24
„ Chomle, Sternberg	—	3·2	—	—	5051	10·4	78·29
Skaupy „ „	—	7 0	—	—	4701	10·7	72·87
Wittuna, Neugedeiner Fabrik ob. Flötz	—	4·5	—	—	4927	10 6	76·37
unt. „	—	17·0	—	—	5469	9 6	84 77
Pilsen, Nirchan	—	1·7	—	—	5944	8·8	92·14
„ Niesch, Gasschief	—	10·9	—	—	5164	10·1	80·04
„ Seertz	—	6·8	—	—	4791	11·9	74·26

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Pilsen, Wilkischen	—	6·7	—	—	5501	9·5	85·27
„ Wscherau	—	10·0	—	—	4497	11·6	69·71
„ Jalococin	—	6·8	—	—	4794	11·9	74·26
„ Kasenau (v. Stark) Fst.	—	5·2	—	—	4678	11·2	72·51
„ „ „ Mittel.	—	3·7	—	—	4927	10·6	76 37
„ „ „ Sohle	—	11·7	—	—	4520	11·6	70·06
„ Littitz, Grf. Waldstein o. F.	—	24·3	—	—	4802	10·4	74·43
„ „ „ u. „	—	2·3	—	—	6249	8·4	96·86
Kärnten, Krain, Küstenland.							
Sager, Triaskohle	2·0	14·6	—	—	5989	8·7	92·83
Cosina bei Triest	0·3	17·4	—	70·8	5390	9·7	83·55
Mähren und Schlesien.							
Mähr.-Ostrau, Michalkowitz, 1. Fl.	1·0	17·4	—	67·3	5422	9·7	84·04
„ „ 2. „	1·1	7·5	—	63·7	6283	8·4	97·39
„ „ 3. „	0·8	5·1	—	64·7	6430	8·2	99·67
„ „ 4. „	1·0	2·9	—	63·5	6223	8·4	96·62
„ „ 5. „	0·1	6·8	—	63·7	6149	8·5	95·31
„ Rothschildgrube	1·0	4·2	—	63·4	6572	8·0	101·87
„ „	—	10·0	—	62·0	5627	9·3	87·22
„ „	—	8·9	—	63·3	5819	9·0	90·20
„ „	—	7·2	—	65·0	5934	8·8	91·98
Polnisch-Ostrau, 1. Fl.	6·2	13·1	—	—	5458	9·6	84·61
„ 2. „ Oberbank	2·3	7·7	—	—	4474	11·7	69·35
„ 2. „ Unterbank	4·7	6·0	—	—	4972	10·5	77·07
Rossitz, Segen Gottes, Lgdflötz	0·9	13·3	—	73·1	5096	10·3	78·99
„ „ „ Hptflötz	1·3	19·7	—	71·3	4848	10·8	75·15
Oslavan, Schmiedkohle	6·5	8·4	—	71·0	5898	8 9	91·42
Rossitz, Ferdin.-Zeche	1·4	35 7	—	—	4068	12·9	63·05
„ „ Tiefbau	1·0	7·0	—	—	6465	8·1	100·21
„ Gegentrum-Zeche	1·0	21·0	—	75·8	5230	10·0	81·07
Niederösterreich.							
Hinterholz (Backkohle)	—	6·9	—	63·7	6656	—	103·17
Kirchberg a. Pielach	1·0	12·8	—	65·8	5909	8·8	91·59
Grossau	10·1	5·0	—	—	4226	12·4	65·50

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Steiermark.							
Murau, Fürst Schwarzenberg . .	—	20·0	2·4	—	5989	8 8	92·83
„ „ „ . .	—	21·5	2·5	—	5390	9·7	83·55
„ „ „ . .	—	4·0	3·5	—	4399	12·1	68 19
„ „ „ . .	—	14·0	3·7	—	6011	8·7	93·17
Stangalpe, Krnth. Grenz . . .	1·5	48·6	—	—	3469	15 1	53.77
Ungarn.							
Gospitsch, Licc. Reg. Bez. . . .	24·3	3·7	—	—	5277	9·9	81·80
Szasz bei Fünfkirchen	0·5	4·9	2·5	73·6	6531	8·3	101·25
Riegel's Grube bei Fünfkirchen .	1·0	6·4	3·1	79 8	6373	8·2	98·80
Dampfsch.-Gesellsch. „ .	3·6	18·8	3·6	80·0	4655	11·2	72·173
Szabolcz- „ Flor. Sch. .	0·9	6·8	—	81·6	6464	8·1	100 29
Fünfkirchen, 1. Flötz, Hngdnk. .	1·2	10·3	2·5	80 5	6396	8·1	99·46
„ 1. „ Mittelbk. .	1·3	14·8	2·5	80·1	6147	8·5	91·11
„ 1. „ Liegendb. .	1·2	9·3	2·5	79 8	6418	8·1	95·60
„ 2. „ Hangend .	0·3	8·9	3·5	79 3	6305	8·3	97·74
„ 2 „ Mittel . .	0·5	7·6	3·5	85·3	6351	8 2	98·45
„ 2. „ Liegend . .	1·0	11·8	3·5	83·3	6125	8·5	94·94
„ 3. „ Hangend .	1·8	13·4	3·0	81·4	5672	9·1	87·93
„ 3. „ Mittel . .	1·0	13·5	3·0	82 0	6351	8·2	98 45
„ 3. „ Liegend . .	0 7	15·7	3·0	81·8	6283	8·3	97·39
„ 4. „ Hangend .	1·9	17·2	3·5	81·8	6034	8·7	93 54
„ 4. „ Mittel . .	1·0	6·6	3·5	81 8	6509	8·0	100·89
„ 5. „ Hangend .	1·0	28·0	2·3	82 6	5198	10 7	80 58
„ 5. „ Mittel . .	1·2	27·0	2·3	82 5	5853	8 9	90·74
„ 5. „ Liegend . .	1·0	11·7	2·3	84·1	6712	7·7	104·05
„ 6. „ Hangend .	1·3	6·5	3 2	80·3	6757	7·7	104·75
„ 6. „ Mittel . .	1·6	10·6	3·2	83·0	6215	8·4	96·34
„ 6. „ Liegend . .	1·7	7·9	3 2	82 3	6147	8 5	95·60
„ 7. „ Hangend .	1·1	11·1	3 1	83·6	6170	8 3	91·46
„ 7. „ Mittel . .	1·5	16·4	3 1	83·1	5898	8·8	91·75
„ 7. „ Liegend . .	1·2	12·0	3·1	82 6	5876	8·9	91·09
Mittelwerth des Fünf. 7. Flötz .	1·17	13 0	2 9	82·0	6171	8 5	95·09
Reschitza, Roman, 1. Flötz . . .	0·7	1·7	—	—	7062	7·4	109·48
„ „ 2. „ . . .	0 7	1·3	—	—	7368	7·1	114·21
„ Szekul, 2. „ . . .	0 9	5·0	—	—	5989	8 7	92·82

Digitized by Google

Name des Ortes, Besitzers oder Kohlenwerkes	Wasser	Asche	Schwefel	Coaks	Wärme-Einheiten	Aequivalent für 1 Klaft. 30zöllig. Fichtenholzes	Werth-Vergleichung
Reschitza, Szekul, 2. Flötz . . .	1·0	4 8	—	—	5978	8·7	92 66
Mittelw. der Reschitzer Kohle . .	0 8	3 2	—	65 9	6599	8·0	102·29
Steierdorf, Kübekſch., Hauptflötz	1 5	1·7	—	—	6396	8 2	99·14
„ „ „ .	—	—	—	—	6373	8 2	98·79
„ „ Hangdflötz .	3·4	1 5	—	—	6441	8·1	99·84
„ „ „ .	—	—	—	—	6125	8·5	94·94
„ Breunerſch., Hauptflötz	1 8	1·7	—	—	6746	7·7	104 57
„ „ „	—	—	—	—	6464	8·1	100·20
„ „ Hangdflötz	2·5	1 9	—	—	6588	7 9	102·12
„ „ „	—	—	—	—	6396	8·2	99·14
„ Roſalia, Liegendflötz .	1·5	1·9	—	—	6407	8·1	99 31
„ „ „ .	—	—	—	—	6577	7 9	101·95
Mittelwerth der Steierdorf. Kohle	2 14	1 74	—	60 0	6451	8·09	100·00
Drenkowa	0·8	12 7	—	66·0	5243	10 0	81·82
Berzaska	1·0	4·8	—	77·0	5864	8·9	90 90
Bania, Botu facse mare des Lapadat	0 7	10·8	—	—	6251	8 4	96·90
Serbien.							
Kladrova	—	16·9	—	—	5770	9·1	89·44
Stipaniza	—	6·7	—	—	6582	8 0	102 03

Vorstehende Daten und Analyſen rühren her: von der k. k. geologiſchen Reichsanstalt in Wien, vom Oroviczaer Laboratorium, vom k. k. Haupt-Probiramt in Wien, von Dr. Gintl in Prag, aus der »Zeitſchrift für Berg-, Hütten- und Salinenweſen« in Preußen u. m. A.

Der Waſſer-, Aſchen- und Schwefelgehalt, ſowie die Coaks ſind in Percenten mit Vernachläſſigung der zweiten und dritten Decimalſtelle ausgedrückt.

Bei den Wärme-Einheiten ſind die Decimalſtellen gänzlich beiſeite gelaſſen.

Digitized by Google

VII.

Verkohlte Brennstoffe.

Außer den bisher besprochenen natürlich vorkommenden Brennstoffen kommen noch verschiedene auf künstlichem Wege dargestellte Brennstoffe zur Anwendung.

Man kennt bis jetzt drei Arten von künstlichen Brennstoffen, nämlich Holzkohle, Coaks und künstlich geformte oder gepreßte Kohlensteine (Briquettes).

Die Verkohlung des Holzes geschieht entweder bei sehr mangelhaftem Luftzutritte in Meilern oder Haufen, oder bei vollkommen abgehaltenem Luftzutritte in Oefen oder Cylindern.

Unter Meilern versteht man aus Holzkloben conisch oder halb kuglich zusammengesetzte Haufen, in deren Mitte, dem Quandel, ein hohler Raum gelassen ist, von dem aus vermittelst glühender Kohlen der Meiler angezündet wird. Man unterscheidet stehende und liegende Meiler, die ersteren gleichen abgestumpften Kegeln, indem die meisten der Kloben bei solchen fast vertical mit nur sehr geringer Neigung nach dem Quandel zu aufgestellt sind. Bei den liegenden Meilern sind nur einige Kloben um den Quandel herum vertical aufgestellt, die übrigen liegen horizontal, divergirend um den Quandel herumgeschichtet. Jeder Meiler wird, um den Luftzug zu verhindern, mit Sand, Rasen oder feuchtem Kohlenklein (Kohlenlöschen) bedeckt.

Die Verkohlung des Holzes in Haufen, liegenden Werken, unterscheidet sich von der Meilerverkohlung nur dadurch, daß eine Masse in einer langen Reihe horizontal liegender Holzkloben von einer Seite her angezündet werden,

Digitized by Google

und sich nun von dem unteren Ende nach dem oberen, dem Segel (die Holzschichte ist nach dem hinteren Theile zu ansteigend), die Verkohlung allmählich fortpflanzt, so daß also die Kohlen am unteren Ende gezogen werden können, während nach dem Segel hin das Holz noch unverkohlt ist.

Bei der Meiler- und Haufenverkohlung gehen die flüchtigen Destillations-Producte meist verloren; man hat zwar Meiler in ummauerten Räumen und Gruben zu construiren versucht und angewendet, allein die Menge der Destillations-Producte war meist nicht groß und somit der Vortheil gering.

Es ist klar, daß bei unvollkommenem Luftzutritte nach dem einfachsten Gesetze chemischer Verwandtschaft sich der Wasserstoff meist mit dem hinzutretenden Sauerstoffe zu Wasser vereinigen und somit eine geringere Menge Kohlenwasserstoff-Verbindungen erzeugen wird. Es geht zugleich hieraus hervor, daß der Gewinn an Kohlenstoff, wenn nicht aller Sauerstoffzutritt aufgehoben ist, bei der Meiler- und Haufenverkohlung bedeutender sein muß, da hier weniger Kohlenstoff zur Bildung von Kohlenwasserstoff-Verbindungen consumirt werden kann. In dem Ebenerwähnten ist auch der Grund zu suchen, warum die Verkohlungs-Methoden in Oefen und Cylindern weit weniger Kohle und weit mehr Holzsäure und Theer zu liefern im Stande sind.

Die Oefen bestehen aus großen Kasten von Eisenblech oder gußeisernen Platten; sie müssen luftdicht verschlossen und mit vier Mündungsröhren versehen sein, von welchen die Dämpfe zunächst in einen Abkühlungs-Apparat geleitet werden; die flüssig gewordenen Producte werden gemeiniglich in einer Cisterne gesammelt, die gasigen Producte aber in die Flamme unter den Ofen zur Vermehrung der Hitze geführt.

Digitized by Google

Die Verkohlung des Holzes in eisernen Cylindern wird theils in derselben Art und zu demselben Zwecke wie die in Oefen vorgenommen, theils in etwas anderer Weise zur Darstellung einer noch wasserstoffhaltigen, zum Schießpulver tauglichen Kohle angewendet. Im letzteren Falle füllt man dünne, eiserne Röhren oder Cylinder mit Stäben von weichem, porösem Holze und erhitzt sie unter immerwährendem Umdrehen nur bis zur Rothglühhitze. Die so erhaltene Kohle ist noch sehr wasserstoffhaltig und leicht entzündlich.

Das Verkohlen, Verkoken, Abschwefeln der Steinkohlen wird ebensowohl in Meilern und Haufen, als in verschlossenen Oefen auf ähnliche Weise wie die trockene Destillation des Holzes vorgenommen, wobei die Zwecke auch ebenso verschieden sind wie dort, theils um eine zur Feuerung brauchbare, besonders vom Schwefel befreite Kohle zu erhalten, theils um den Steinkohlentheer, theils um das Leuchtgas zu gewinnen.

Die Braunkohle eignet sich nicht sehr gut zum Verkoken, da dieselbe beim Erhitzen in eine lockere, pulverförmige Masse zerfällt.

Wo man übrigens keine Steinkohle hat, werden geeignete Sorten der Braunkohle benutzt, jedoch weniger verkokt, als scharf gedarrt. Dieses Darren muß jedoch langsam und vorsichtig geschehen, damit die aus dem Innern der Stücke entweichenden Wasserdämpfe die Stücke nicht zersprengen und zerkleinern.

Einige Sorten Braunkohlen älterer Formation lassen sich übrigens bei richtiger und vorsichtiger Leitung des Verkohlungsprocesses in guten Coaks umwandeln.

Eine die Structur des Holzes zeigende Kohle liefert das Holz; auch die holzartige Braunkohle (Lignit) zeigt

Digitized by Google

eine ähnliche Beschaffenheit, ist aber sehr zerbrechlich und leicht an der Luft zerfallend. Aus gewöhnlichem Torf ist die Kohle gleichfalls wegen ihrer Lockerheit sehr zerbrechlich; die Kohle aus gepreßtem Torf ist weniger zerbrechlich.

Die Coaks aus Steinkohlen sind entweder pulverförmig oder zusammengesintert. Die besten Coaks liefern die Backkohlen in blasiger und voluminöser Gestalt.

Der Wassergehalt der Kohlen schwankt zwischen 5 bis 10 Percent. Die Hauptbestandtheile derselben sind Asche und von den brennbaren Bestandtheilen sind hauptsächlich Kohlenstoff und Wasserstoff vorhanden, nur wenig enthalten die Kohlen an Stickstoff und Sauerstoff.

Folgende Tabelle aus Liebig's und Poggendorf's Handbuch der Chemie zeigt die Zusammensetzung der Kohlen nach Abzug von Asche und Feuchtigkeit in 100 Theilen.

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauer- u. Stickstoff
Holzkohle bei 300° C. dargestellt (Rothkohle)	73·5	4·4	22·1
Holzkohle bei 1250° C. dargestellt	89·2	1·6	9·2
Buchenholzkohle (Meilerkohle) .	95·7	2·7	1·6
Harte Holzkohle von der Holzessig-Fabrikation in Cylindern	93·1	3·1	3·8
Leichte Holzkohle von der Gas-Fabrikation	96·6	2·5	0·6
Torfkohle schwach erhitzt . . .	76·2	4·8	19·0
» stärker » . . .	84·2	4·5	11·3
Saarcoaks (Steinkohle)	94·5	2·1	3·4

Holzkohlen, welche längere Zeit an der Luft gelegen haben, enthalten 6 bis 10 Percent Wasser.

Braunkohlen- und Steinkohlencoaks, sowie lufttrockener Torf enthalten 3 bis 5 Percent Wasser.

Digitized by Google

Holzkohlen enthalten	1	bis	3	Percent	Asche
Braunkohle	» 5	»	45	»	»
Steinkohlen	» 5	»	36	»	»

Coaks wechseln den Aschengehalt, je nach dem angewendeten Rohmaterial und nach der Art der Verkohlung.

Gepreßte künstliche Brennstoffe. Kohlensteine. Briquettes.

Diese Brennstoffe haben wir im ersten Abschnitt bereits näher behandelt und haben wir hier nur noch das Verfahren von Challeton und Exter zur Erzeugung von Briquettes aus Torf nachzutragen, welches eine bessere Verwerthung des Torfes zum Ziele hat.

Der Torf wird hier zerkleinert und fein vertheilt und alle erdigen Bestandtheile durch Decantiren daraus entfernt. Von seinem Wassergehalte befreit man ihn durch starkes Pressen oder durch Schleudern in Centrifugalmaschinen, worauf er eine sehr feste compacte Masse bildet, welche vor der Benutzung noch geformt wird.

VIII.

Bestimmung der Heizkraft der Brennmaterialien.

Die während einer Verbrennung entwickelte Wärme ist für dieselbe Qualität desselben Brennmaterials immer eine gleiche, es mag die Verbrennung unter Zuführung

Digitized by Google

gewöhnlicher Luft oder einer sauerstoffreicheren Luft, sowie bei größerem oder geringerem Luftdrucke stattfinden.

Die Wärmemenge, welche gleiche Gewichtsmengen der Brennmaterialien entwickeln, ist keine gleich große; Wasserstoff entwickelt z. B. eine sechsmal größere Wärmemenge als ein gleiches Gewicht Braunkohle. Diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um ein dem Brennmaterial gleiches Gewicht Wasser um einen Grad des Celsius'schen Thermometers zu erwärmen, nennt man Wärmeeinheit oder Calorie, und unter Heizvermögen oder Heizeffect versteht man eben die Menge von Wärme-Einheiten, welche 1 Kilogramm oder 1 Pfund des Brennmaterials bei der Verbrennung entwickelt. Dieser Heizeffect wird entweder durch den directen Versuch bestimmt und empirischer oder factischer Heizeffect genannt, oder aus der chemischen Zusammensetzung des Brennmaterials durch Rechnung ermittelt und dann mit »theoretischer Heizeffect« bezeichnet.

Es sind bekannte Thatsachen, 1. daß ein Quantum Wasser von Null Grad bei der Erwärmung bis auf 100 Grad C. hundertmal mehr Wärme absorbirt als ein gleiches Quantum Wasser bei Erwärmung um einen Grad C.; — 2. daß ein Quantum Wasser von 100 Grad C. beim Uebergange in Dampf 540 Grad C. Wärme bindet und also die Verwandlung des Wassers von Null Grad in Wasserdampf in Summa 640 Grad C. Wärme (640 Wärmme-Einheiten) erfordert; — 3. daß die absolute Wärmemenge, welche ein brennender Körper entwickelt, stets dieselbe ist, es mag dieser Körper langsam oder schnell oder auf einmal verbrennen; — 4. daß diese absolute Wärmemenge weder von der Temperatur des Brennmaterials, noch derjenigen der Luft oder des Sauerstoffgases abhängig ist, und — 5. daß d

Digitized by Google

Wärmemenge, welche ein aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehender Körper beim Verbrennen entwickelt, gleich der Summe der Wärmemengen ist, welche seine Bestandtheile für sich verbrennend erzeugen würden, minus derjenigen Menge Wasserstoff, welche mit dem Sauerstoff des brennenden Körpers gerade Wasser bildet.

Die Weise, in welcher ein brennender Körper Wärme an andere Körper abgiebt, ist eine zweifache, und zwar geschieht die Wärme-Abgabe a) durch Berührung, b) durch Strahlung; in letzterer Beziehung jedoch steht die Wärme-Abgabe mit dem Maße der Wärme-Entwickelung in keinem geraden Verhältniß, sondern sie ist bei den verschiedenen Brennmaterialien eine sehr verschiedene, bei den Brennstoffen aber, welche ohne Flamme brennen, stets größer als bei denen, welche mit Flamme brennen.

Das Heizvermögen verschiedener Brennmaterialien ist folgendes (in Wärme-Einheiten oder Calorien ausgedrückt):

	Calorien nach Dulong	nach Anderen
Wasserstoff	34742	34215
Kohlenstoff zu CO verbrennend .	1386	—
Kohlenstoff zu CO^2 » .	7174	—
Kohlenoxydgas	2488	2430
Schwefel	2601	—
Kohlenwasserstoff, schwerer . . .	12032	11942
» leichter . . .	13205	13108
Weingeist	6855	—
Terpentinöl	10836	—
Olivenöl	9862	—
Aether	9430	—
Kohlenstoff aus Holzkohle . . .	—	8080
» » Diamant . . .	—	7777

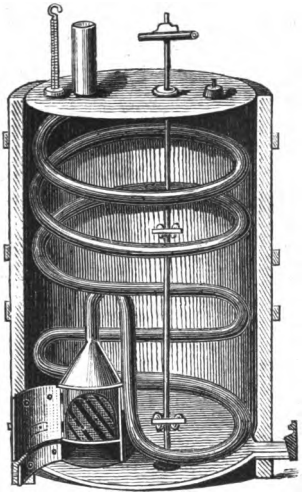
Digitized by Google

Bestimmung des factischen Heizeffectes, calorimetrische Bestimmung.

Sie geschieht gewöhnlich durch Uebertragung der Wärmemengen auf Wasser. Benutzt man dazu gut construirte Dampfapparate, so ergiebt das Resultat den nutzbaren Heizeffect.

Das Brennmaterial wird hierzu, wenn es nicht gleichartig im Volum und in der Masse ist, gehörig durchmischt, ferner getrocknet und gewogen verwendet. Die Bestimmung ist durch zwei Versuche und mit einem von Stein befreiten Dampfkessel vorzunehmen. Bei jedem Versuche ist der Dampf unter derselben Spannung zu entlassen, auch die Füllung des Dampfkessels in gleicher Art zu erhalten, besonders das Speisewasser in gleichbleibenden Mengen und von gleicher Temperatur zufließen zu lassen.

Fig. 14.



Die erzeugte Dampfmenge wird einerseits aus dem Condensationswasser, andererseits aus der Kesselfüllung und der Quantität des Speisewassers berechnet.

Für den Versuch im Kleinen hat man Calorimeter von verschiedener Construction. Einen solchen von sehr einfachem Bau vergegenwärtigt Figur 14. In einem Cylinder von Eisenblech, welcher eine aus hölzernen Faßdauben zu-

Digitized by Google

sammengestellte Umhüllung hat, befindet sich ein aus dünnem Kupferblech gearbeitetes Schlangenrohr, welches den Rauchfang zu einem mit der Weißblechfassung dicht abgeschlossenen Feuerherde bildet, dessen Wände und Kuppel aus einer doppelten Lage Schwarzblech gefertigt sind. Der Deckel hat vier Oeffnungen, für das Rauchrohr, zum Einsetzen eines Thermometers, zum Durchgang für einen Rührer, dessen Griff durch eine Schraubenmutter festgemacht werden kann, und eine Einfüllöffnung.

Der Herd besteht aus einem Rost, darunter das Aschenloch, beide verschließbar durch Thüren, von welchen die Herdthüre mit einem Zugschieber, und dieser noch mit einem Loche zum Einsetzen eines Blasebalges versehen ist. Seitlich befindet sich an der Cylinderwandung ein Hahn zum Ablassen des Wassers. Beim Gebrauch wird der Cylinder bis 4 Centimeter unter seinem Rande mit einem genau bestimmten Gewichtsquantum kalten Wassers gefüllt, dann nach dem Umrühren die Temperatur desselben notirt, Brennmaterial von einem gewogenen trockenen Quantum auf den Herd gebracht, angezündet, die Herdthüre geschlossen, mittelst eines Blasebalges Luft eingeblasen, Brennmaterial nachgelegt u. s. w. Endlich werden am Schluß des Versuches die Zeitdauer der Verbrennung, die Temperatur des Wassers (30 bis 45 Grad C. Temperaturerhöhung genügen), die Quantität des verbrannten Materials (nach Abzug des unverbrannt auf dem Herde liegen gebliebenen und von der Asche abgesonderten Theiles) notirt und in Rechnung gesetzt, die Zahl der Kilogramm Wasser, welche das Gefäß enthält, wird mit der Zahl der Wärmegrade, um welche die Temperatur des Wassers vermehrt ist, multiplicirt und das Product durch die Zahl der Kilogramm Brennmaterial

Digitized by Google

dividirt. Der Quotient entspricht annähernd den nutzbaren Wärmeeinheiten oder Calorien des Brennmaterials.

Durch Correctionen in Betreff der Wärme-Absorption durch das Metall des Gefäßes und des Wärmeverlustes durch Ausstrahlung der Gefäßwandung (die man durch Umhüllung mit Holz auf ein unbedeutendes Maß reducirt), gelangt man zu einem Resultate, welches dem factischen Heizeffecte nahe liegt. Bei Anwendung eines mit Holz bekleideten Calorimeters kommt hauptsächlich der erste Correctionspunkt in Betracht, und man reducirt den Wärmeverlust durch das Metall auf den Wasserwerth, indem man das Gewicht des Metallgefäßes (in Kilogramm ausgedrückt) mit der specifischen Wärme desselben Metalls multiplicirt und das Product zu dem Gewichte des Wassers addirt.

Die specifische Wärme für Eisen ist zu 0·11, die des Kupfers zu 0·1 (genauer zu 0·0947) zu setzen. Von dem Gefäß muß dem Experimentirenden sowohl das Gewicht des Eisens als auch des Kupfers bekannt sein. Ein Verlust an Calorien wird durch die Rauchbildung verursacht, welche übrigens nicht zu beseitigen ist.

Gesetzt, das Calorimetergefäß fasse gerade 100 Kilogramm Wasser, das Eisenblech daran wiege 12 Kilogramm, das Kupfer 10 Kilogramm. Im Versuch sei das Wasser von 15 Grad C. bis auf 55 Grad (also um 40 Grad) erhitzt und vom Brennmaterial (einer Pechkohle) seien 0·85 Kilogramm dazu verbrannt.

Es lautet also die Rechnung:

(Eisenblech) $12 \times 0{\cdot}11 = 1{\cdot}32$
(Kupfer) $10 \times 0{\cdot}1 = 1{\cdot}00$
$2{\cdot}32$

$2{\cdot}32 + 100$ Kilogramm $= 102{\cdot}32$ Kilogramm (Wasser),
$102{\cdot}32 \times 40 = 4092{\cdot}8$ und $4092{\cdot}8 : 0{\cdot}85 = 4815$ (Calorien)

Digitized by Google

Sind genauere Resultate erwünscht, so ist die Wiederholung des calorimetrischen Versuches nothwendig, um aus den Resultaten das Mittel zu nehmen.

Ein zweites Verfahren zur Feststellung der Wärme-Einheiten der Brennmaterialien hat Berthier angegeben.

Nach Rumpford geben verschiedene Hölzer im lufttrockenen und getrockneten Zustande an Wärme-Einheiten:

1 Theil des Holzes giebt an Wärme-Einheiten:

Lindenholz, lufttrocken	3470
» leicht gedörrt	3880
» stark gedörrt	4013
Buchenholz, lufttrocken	3380
» stark gedörrt	3647
Eichenholz in dünnen Spänen . .	2627
» » dickeren » . .	2475
» » gut lufttrockenen . .	2921
Fichtenholz, trockenes Tischlerholz .	3032
» in Hobelstreifen lufttrock.	3400
» » » getrock.	3738

Gestützt auf diese Versuche, stellte Weller das Gesetz auf, daß 1 Gewichtstheil Sauerstoff immer gleiche Wärmemengen hervorrufe, gleichviel, ob sich derselbe mit Kohlenstoff-, Wasserstoff- oder Kohlenwasserstoff-Verbindungen vereinigt. Nach Rumpford und Despretz giebt 1 Gewichtstheil Sauerstoff beim Verbrennen von:

	Wärme-Einheiten
Kohlenstoff	2931
Wasserstoff	2955
trockenem Holz	3093

Weiß man nun die Menge Sauerstoff, welche zur Verbrennung eines Brennstoffes nothwendig ist, so kann

Digitized by Google

man daraus die aus der Verbrennung hervorgehende Wärmemenge berechnen.

Berthier hat mit Zugrundelegung dieses Princips ein für technische Zwecke in manchen Fällen ausreichendes Verfahren angegeben, um die Wärmemengen zu berechnen, die irgend ein Brennstoff bei seiner Verbrennung geben wird.

Man mengt zu diesem Zwecke 1 Gramm des möglichst fein vertheilten Brennstoffes in einem Schmelztiegel mit 40 Gramm Bleiglätte, überdeckt diese innige Mischung mit 20 Gramm Bleiglätte und setzt sie bedeckt einer starken Rothglühhitze aus.

Der Kohlenstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff der Bleiglätte und reducirt sie zu Blei. Das bei diesem Glühen erhaltene Blei giebt mithin einen vergleichenden Maßstab über die Menge Kohlenstoff der verschiedenen Brennstoffe, oder die Heizkraft, welche eben durch den Kohlenstoff bedingt ist, ist proportional dem Gewichte des Theiles eines Oxyds, welches die damit geglühten Brennstoffe fähig sind, in Metall zu verwandeln. Man wägt zu diesem Zwecke den geschmolzenen Bodensatz von Blei, welcher sich leicht absondert, nachdem der Tiegel zerschlagen und dies gefundene Gewicht an Blei ist, wie gesagt, proportional der Heizkraft des untersuchten Brennstoffes.

Berthier hat zugleich die hierdurch erzielten Resultate zu theoretischen Berechnungen dadurch geschickt gemacht, daß er jeden Theil des erhaltenen Bleies einer Wärmemenge von 234·2 W. E. gleich setzt. Hat nun 1 Gramm Steinkohle z. B. 24 Loth Blei gegeben, so ist die theoretische oder absolute Heizkraft des Brennstoffes $= 24 \times 234{\cdot}2 =$ 5620 W. E., d. h. 1 Pfund dieses Brennstoffes wäre im Stande $(5620 : 520 = 9{\cdot}2)$ $9^{2}/_{10}$ Pfund Wasser von Null Grad C. in Dampf zu verwandeln.

Digitized by Google

Bei Steinkohlen genügt es auch die Menge Coaks zu wissen, welche sie geben. Man nehme zu diesem Zwecke 100 Gramm in kleine Stücke zerschlagene Steinkohlen und bringe sie in einem gut bedeckten Platintiegel über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge rasch zur Rothglühhitze, in welchem Stadium man es 10 Minuten lang erhält, es dann abkühlen läßt und die so erhaltenen Coaks reinigt.

Diese Daten genügen für den Empiriker; der Chemiker würde sagen: 1 Aequivalent Blei (= 103·6 Gewichtstheile) ist mit 1 Aequivalent Sauerstoff (= 8 Gewichtstheile) zu 1 Aequivalent Bleioxyd = (111·6 Gewichtstheilen Bleioxyd) verbunden.

Damit 1 Aequivalent Kohlenstoff (= 6 Gewichtstheile) zu Kohlensäure = CO_2 verbrenne, braucht man 2 Aequivalent Sauerstoff = $2 \times 8 = 16$ Gewichtstheile Sauerstoff.

1 Gewichtstheil Kohlenstoff gebraucht daher bei seinem Verbrennen zu Kohlensäure = $\frac{16}{6} = 2{\cdot}66$ Gewichtstheile Sauerstoff.

Die zur Verbrennung von 6 Gewichtstheilen Kohlenstoff nöthigen 16 Gewichtstheile Sauerstoff erhält man von 2 Aequivalent Bleioxyd, welche nach obiger Rechnung $2 \times 103{\cdot}6 = 207{\cdot}2$ Gewichtstheile Blei enthalten. 1 Gewichtstheil Kohlenstoff verbraucht daher $\frac{207{\cdot}2}{6} = 34{\cdot}5$ Gewichtstheile Blei.

Nach Favre und Silbermann liefert 1 Gramm Kohlenstoff bei seiner Verbrennung zu Kohlensäure 8080 Wärmeeinheiten. Da nun 1 Gramm Kohlenstoff 34·5 Blei giebt, so giebt 1 Gramm Blei $\frac{8080}{34{\cdot}5} = 234{\cdot}2$ W. E. —

Digitized by Google

So oft man daher 34·5 reducirtes Blei erhält, so oft multiplicirt man den Quotienten 234·2 W. E. und erhält so den Wärme-Effect des Brennstoffes, d. h. man weiß, wie viel Gramm Wasser durch 1 Gramm des untersuchten Brennstoffes um 1 Grad C. erwärmt werden. Nach dieser Methode sind viele Hölzer, Torfe und Kohlen untersucht, wie folgende Tabelle aus Liebig's und Poggendorf's Handwörterbuch zeigt.

Ein Gewichtstheil	Lufttrock. Material		Mit 9% Wasser		Bei 100° C. getrocknet	
	reducirt Blei	Wärme-Einheiten	reducirt Blei	Wärme-Einheiten	gebr. Sauerst. in Gewichtsth	Wärme-Einheiten
1. Holz.						
Eichen	12·5	2·900	14·0	3·248	1·353	4·059
Ahorn	13·1	3·039	14·1	3 271	1·356	4·068
Buchen	13·7	3·178	14·0	3·248	1·346	4·038
Birken	14·0	3·247	14·1	3·271	1·356	4·068
Tannen	14·5	3·364	13·8	3·201	1·408	4·224
Fichten	13·7	3·178	13·9	3·225	1·392	4·176
Hainbuchen	12·5	2·900	—	—	—	—
Erlen	13·7	3·178	—	—	—	—
Kiefern	—	—	13 3	3·085	1·393	4·179
2. Torf.						
Ham, Dep. de la Somme	12·3	2·853	—	—	—	—
Vassy (Marne)	13·0	3·016	—	—	—	—
Framont (Vogesen)	15·4	3·572	—	—	—	—
Allen (Irland)	15 0	5·800	—	—	—	—
„ gepreßt	13·7	3·178	—	—	—	—
Erzgebirge, der beste v. 24 Sorten	18·8	4·361	—	—	—	—
„ der geringste v. „ „	11·9	2·760	—	—	—	—
Königsbronn (Würtemberg)	14·3	3.317	—	—	—	—
Schopfloch, unterste Schicht bei 100 Grad C. getr.	—	—	—	—	1·577	4·731

Digitized by Google

Ein Gewichtstheil	Lufttrock. Material		Mit 9% Wasser		Bei 100° C. getrocknet	
	reducirt Blei	Wärme-Einheiten	reducirt Blei	Wärme-Einheiten	gebr. Sauerst. in Gewichtsth.	Wärme-Einheiten
Sindelfingen bei 100 Grad C. getr.	—	—	—	—	1·405	4·265
Backtorf v. Bremen b. 100° C. getr.	—	—	—	—	1·623	4·869
„ „ Diten „ „ „ „	—	—	—	—	1·695	5·085
3. Braunkohle.						
Gardunne, Bouches du Rhone .	22·0	5·104	—	—	—	—
St. Foe, Basses Pyrénées . . .	20·3	4·709	—	—	—	—
Alpheus, Griechenland	16·3	3·781	—	—	—	—
Dux, Frankreich	—	—	—	—	2·102	6·306
Meißen und Cassel (stänglich) . .	—	—	—	—	2·050	6·150
Ringkuhl, Pechkohle	—	—	—	—	1·285	3·855
„ Lignitkohle	—	—	—	—	1·491	4·473
Helmstedt, Braunschweig	—	—	—	—	2·014	6·042
Schöningen „	—	—	—	—	1·871	5·613
Laubach bei Gießen, Lignit . .	—	—	—	—	1·647	4·941
Conception Bay (erdige K.) . .	—	—	—	—	2·176	6·528
Schönfeld bei Aussig	—	—	—	—	1·827	5·481
Westerwahl, erdige	—	—	—	—	2·122	6·366
„ Grube Alexand. hell. Lignit	—	—	—	—	2·190	6·570
„ „ Adolph, dunkl. „	—	—	—	—	1·673	5·031
„ Blätterkohle	—	—	—	—	2·017	6·051
4. Steinkohle.						
a) Sandkohlen.						
Zinsweyer bei Offenburg	22·2	5·150	—	—	—	—
Rolduc bei Aachen	31·0	7·192	—	—	—	—
Durham	31·6	7·371	—	—	—	—
b) Sinterkohlen.						
Derbyshire, Cherrykohle	27·2	6·310	—	—	—	—
Glasgow, Cannelkohle	24·4	5·777	—	—	—	—
Salin im Jura	21·0	4·872	—	—	—	—
c) Backkohlen.						
Rive de Gier	—	—	—	—	2·560	7·680
Mons	—	—	—	—	2·611	7·833

Digitized by Google

Ein Gewichtstheil	Lufttrock. Material		Mit 9% Wasser		Bei 100° C. getrocknet	
	reducirt Blei	Wärme-Einheiten	reducirt Blei	Wärme-Einheiten	gebr. Sauerst. in Gewichtsth.	Wärme-Einheiten
Epinac	—	—	—	—	2·597	7·791
Newcastle, Cakingkohle	—	—	—	—	2·667	8·001
„ Cherrykohle	—	—	—	—	2·559	7·677
Glasgow, Splint	—	—	—	—	2·505	7·515
Wales, Durchsch. von 36 Proben	—	—	—	—	2·577	7·731
Newcastle „ „ 18 „	—	—	—	—	2·556	7·668
Lancashire „ „ 28 „	—	—	—	—	2·406	7·218
Derbyshire „ „ 7 „	—	—	—	—	2·414	7·242
Schottland „ „ 8 „	—	—	—	—	2·444	7·332
Ruhr	—	—	—	—	2·604	7·812
Saar (Heinitzgrube)	—	—	—	—	2·428	7·284
Eschweiler, Centrumgrube	—	—	—	—	2·688	8·064
Oberschlesien, Leopoldsgrube	—	—	—	—	2·297	6·891
5. Kohlen.						
a) Holzkohlen.						
Pappeln	30·6	7·139	—	—	—	—
Tannen	32 3	7·494	—	—	—	—
Buchen	33·6	7·795	—	—	—	—
Fichten	33·5	7·792	—	—	—	—
12 verschied. Hölzer im Durchsch.	33·4	7·749	—	—	—	—
Hartem Holz	—	—	—	—	2 460	7·386
Leichtem Holz	—	—	—	—	2·507	7·521
b) Torfkohlen.						
Ham	18·4	4·269	—	—	—	—
Framont	26·0	6·032	—	—	—	—
Aulendorf, Württemberg, schwach verkohlt	—	—	—	—	—	—
Aulendorf, Württemberg, stärker verkohlt	—	—	—	—	—	—
c) Steinkohlencoaks.						
S. Etienne	28·5	6·612	—	—	1·785	5·355
Rive de Gier	26·0	6·032	—	—	2 113	6·339
De Laar	—	—	—	—	2·337	7·011
Gascoaks von Paris	22·2	5·150	—	—	—	—

Digitized by Google

Umstehende Tabelle ist nicht mit dem Quotient von 234·2, sondern mit dem Mittel mit 232 berechnet. Rumpford und Despretz nehmen im Mittel für 1 Gewichtstheil Sauerstoff 3000 Wärme-Einheiten an, oder diesem entsprechend 1 Gramm reducirtes Blei = 232 Wärme-Einheiten.

Wo es sich um vergleichende Untersuchungen gleichartiger Brennstoffe, wie Torf, Braunkohle handelt, sind die Resultate der Berthier'schen Methode genügend, wasserstoffreiche Brennstoffe, wie Steinkohlen, oder wasserstoffarme, wie Kohle und Coaks, aber sind nicht genau nach dieser Methode zu prüfen.

Enthalten die Aschenbestandtheile Schwefelkies oder unterschwefligsaure Salze, so kann der Fall eintreten, daß man eine größere Menge Blei erhält, als nach der Elementar-Analyse möglich ist, weil obige Körper auch Sauerstoff aufnehmen. In diesem Falle wird daher eine größere Menge Bleioxyd reducirt, als dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe des Brennstoffes entspricht.

Bestimmung des theoretischen (absoluten) Heizeffectes durch die Elementar-Analyse.

Zu diesem Zwecke müssen in dem Heizmaterial bestimmt werden: a) Kohlenstoff (mit 7174 Calorien) und Wasserstoff (mit 34742 Calorien) als die beiden verbrennlichen und Heizeffect erzeugenden Elemente; b) Sauerstoff, um diesen mit der zur Wasserbildung gehörigen Menge des gefundenen Wasserstoffes zusammen zu legen und als Wasser, welches beim Uebergange in Dampfform 540 Grad C. latent macht, in Abrechnung zu bringen ($0 \times 0{\cdot}125 = H$ oder 1 Sauerstoff erfordern zur Wassererzeugung 0·125 Wasserstoff); c) Feuchtigkeitsgehalt, welcher bei Hol-

Digitized by Google

in Form von Feilspänen durch Erhitzen im Glycerinbade bei 120 bis 130 Grad C., bei Braunkohle im Sandbade bei 150 bis 180 Grad C., bei Steinkohle bei circa 200 Grad C. gefunden wird, um dieses Wasser, welches als Dampf 540 Grad C. absorbirt, in Abrechnung zu bringen; d) Aschengehalt. Von der sub c) erhaltenen völlig ausgetrockneten Substanz wiegt man in ein ausgeglühtes und gewogenes Platinschälchen 1·0 bis 1·5 Gramm genau ab und glüht in der Platinmuffel, bis keine Kohletheilchen in der weißen oder röthlich gefärbten Asche mehr wahrnehmbar.

Enthält die Substanz kohlensauren Kalk, so ist derselbe durch das Glühen in Aetzkalk übergegangen und man muß den Rückstand deshalb mit einigen Tropfen einer Lösung von kohlensaurem Ammon zur Trockene dampfen und gelinde glühen, um den Kalk wieder an Kohlensäure zu binden.

Man läßt alsdann in üblicher Weise erkalten und wägt.

Die so erhaltene Zahl für Aschengehalt bezieht sich auf wasserfreie Substanz, man kann sie mittelst der sub c) erhaltenen Angabe auf frische wasserhaltige Substanz umrechnen.

Beispiel: 1·505 Gramm wasserfreie Braunkohle gaben nach obigem Verfahren:

Schälchen + Asche	12·7994 Grm.
Schälchen	12·6510 »
Asche	0·1484 Grm.

1·505 : 0·1484 = 100 : x; x = 9·86 Percent Asche.

Bei einem vorher ermittelten Gehalte von

41·56 Percent	Wasser und
58·44 »	Trockensubstanz
100·00	

würde die Kohle in ungetrocknetem Zustande also:

100 : 9·86 = 58·44 : x; x = 5·762 Perc. Asche enthalten.

Digitized by Google

Nach Zusammenziehung von Wasser- und Aschengehalt bleibt als Rest von 100 die Summe der organischen oder verbrennlichen Substanz. Die als Beispiel gewählte Kohle wird demnach in frischem Zustande zusammengesetzt sein aus

52·6	Perc.	verbrennlichen Stoffen,
5·8	»	Asche,
41·6	»	Wasser.
100·0		

Der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt der Brennstoffe wird immer in einer Operation ermittelt. Man verbrennt eine gewogene Menge davon mit einem leicht reducirbaren Metalloxyd, verwandelt hierdurch den Kohlenstoff in Kohlensäure, den Wasserstoff in Wasser und fängt beide, ohne etwas davon zu verlieren, in Apparaten auf, deren Gewicht bekannt ist, so daß durch die Gewichtszunahme die Menge der entstandenen Kohlensäure und des Wassers gefunden wird.

Als Verbrennungsmittel wendet man gewöhnlich das durch Glühen von salpetersaurem Kupferoxyd dargestellte schwarze Kupferoxyd an, welches vor jeder Operation nochmals ausgeglüht und bei abgehaltenem Lichte so weit erkalten gelassen wird, daß man es ohne Nachtheil mit der organischen Substanz mengen kann.

Der zur Analyse bestimmte Brennstoff, welcher vorher fein gepulvert werden muß, wird abgewogen (gewöhnlich 300 bis 500 Milligramm), in einem lauwarmen Porzellanmörser mit dem Kupferoxyd innig vermischt und in eine Röhre von schwer schmelzbarem Glase eingefüllt. Diese Verbrennungsröhre (Fig. 15) ist vor der Glasbläserlampe an einem Ende in eine Spitze ausgezogen, hierauf gereinigt und getrocknet worden.

Digitized by Google

Das Ende bis c füllt man mit reinem Kupferoxyd an; hierauf folgt von c bis b die Mischung des Kupferoxyds mit der zu analysirenden Substanz, von da bis a das zum Ausspülen des Mörsers verwendete Kupferoxyd und endlich noch reines Kupferoxyd.

Fig. 15.

Die so gefüllte Röhre wird in einen langen, aus Eisenblech verfertigten Verbrennungsofen gelegt (Fig. 16) und mittelst eines trockenen Korkes das zur Aufnahme des Wassers bestimmte Chlorcalciumrohr luftdicht befestigt. Dieser Apparat besteht aus einer mit Chlorcalciumstücken gefüllten Röhre von beistehender Form (Fig. 17), welche bei f mit einem Kork verschlossen ist, durch welche die enge Glasröhre g geht. Der

Fig. 16.

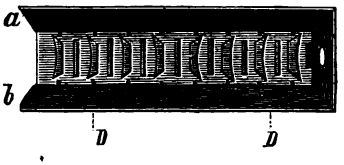


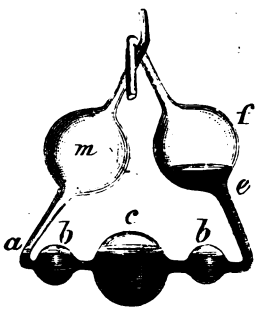
Fig. 17.

Kork wird hierauf bei f mit Siegellack überzogen. Das Chlorcalciumrohr wird vor dem Versuch gewogen; das durch Verbrennen der organischen Substanz entstandene Wasser scheidet sich zum Theile zwischen a und b tropfbar flüssig ab und der übrige Theil wird von dem Chlorcalcium auf-

Digitized by Google

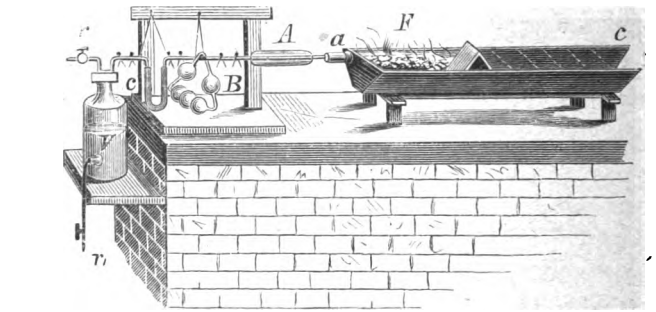
genommen, so daß die durchstreifenden Gase vollkommen getrocknet austreten. Nach beendigter Verbrennung wird das Chlorcalciumrohr abermals gewogen und die Gewichtszunahme desselben drückt die Menge des bei der Verbrennung gebildeten Wassers aus.

Fig. 18.



Die bei der Verbrennung entstandene Kohlensäure geht durch das Chlorcalciumrohr und wird von Kalilauge, die in einem Liebig'schen Kugelapparat (Fig. 18) enthalten ist, aufgenommen. Dieser Apparat B (Fig. 19) ist durch ein Kautschukrohr mit der Chlorcalciumröhre verbunden; sein Gewicht wird vor und nach dem Versuch bestimmt, und die Gewichtszunahme drückt die Menge der bei der Verbrennung entstandenen Kohlensäure aus.

Fig. 19.



Hat man diese Apparate vorgerichtet und in der in Figur 19 dargestellten Weise verbunden, so erhitzt man den

Digitized by Google

vorderen Theil a der Verbrennungsröhren durch Umgeben mit glühenden Kohlen und schützt dabei die hinteren Theile vor der Wirkung der Hitze durch einen Schirm F und rückt denselben, wenn das Kupferoxyd vorne glüht, allmählich nach hinten, so daß auch die Mischung des Brennstoffes mit dem Kupferoxyd zum Glühen kommt und verbrennt. Das Wasser verdichtet sich in der Chlorcalciumröhre A, die Kohlensäure in dem Kali-Apparate B, und wenn zuletzt die ganze Röhre roth glüht und keine Gasblasen mehr in den Kali-Apparat eintreten, ist die Verbrennung beendigt. Man bricht hierauf die Spitze der Verbrennungsröhre c ab und saugt langsam Luft ein, um alles Wasser und alle Kohlensäure in die zu ihrer Aufnahme bestimmten Apparate überzuführen, worauf der Apparat auseinander genommen und die Wägung ausgeführt wird.

Man verbindet zuweilen den Kali-Apparat B (Fig. 19) noch mit einer U-förmigen Röhre C und einem Aspirator V. Die Röhre C ist mit Stücken von Kalihydrat gefüllt und dient zur Aufnahme der geringen Menge von Wasserdampf, welchen die aus B entweichende Luft mitführt. Sie wird daher mit dem Kali-Apparate B zusammen gewogen. Der mit Wasser gefüllte Aspirator V erleichtert das Durchsaugen von Luft zu Ende des Versuches. Während der Verbrennung ist der obere Hahn r geöffnet, so daß die Luft durch ihn entweichen kann; nach Beendigung der Verbrennung öffnet man den unteren Hahn r^1 und verschließt r, so daß das ausfließende Wasser durch Luft ersetzt wird, welche bei C eindringt und den ganzen Apparat durchströmt.

Da die Zusammensetzung der Kohlensäure (sie enthält 27·27 Percent Kohlenstoff) und die des Wassers (es enthält 11·11 Percent Wasserstoff) bekannt ist, so kann man aus dem Gewichte der erhaltenen Kohlensäure und des Wassers

Digitized by Google

leicht die in der zur Analyse verwendeten Masse des Brennstoffes enthaltene Menge von Kohlenstoff und Wasserstoff berechnen.

Man kann anstatt des Kupferoxyds chromsaures Bleioxyd anwenden; dieses enthält viel mehr Sauerstoff als das Kupferoxyd, schmilzt außerdem und entwickelt in starker Hitze Sauerstoffgas, wodurch alle etwa abgeschiedene Kohle völlig verbrennt. Das chromsaure Bleioxyd verwandelt sich beim Glühen mit Kohle in Chromoxyd und metallisches Blei.

Bestimmung des Sauerstoffes.

Den Sauerstoffgehalt des Brennstoffes bestimmt man immer auf indirectem Wege durch den sogenannten Verlust. Enthält der Brennstoff nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, so ermittelt man durch den directen Versuch den Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt desselben, berechnet denselben in 100 Gewichtstheilen des Brennstoffes und nimmt das Fehlende für Sauerstoff an. In derselben Weise verfährt man bei der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes bei Brennstoffen, welche außer Kohlenstoff und Wasserstoff noch Stickstoff, Schwefel u. s. w. enthalten; man bestimmt den percentischen Gehalt an allen Elementen und ergänzt die Summe derselben auf 100 Gewichtstheile durch Hinzurechnung der erforderlichen Menge von Sauerstoff.

Bestimmung des Stickstoffes.

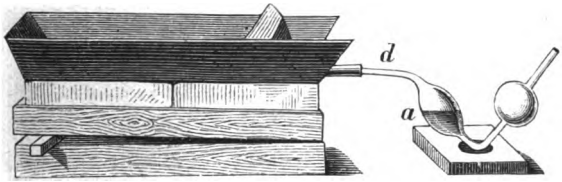
Der in dem Brennstoffe enthaltene Stickstoff wird durch Glühen mit Alkalihydrat in Ammoniak übergeführt und als solches bestimmt. Man trägt in eine concentrirte Natronlauge etwa doppelt so viel Aetzkalk, als die Lösung Natronhydrat enthält, und entfernt das überschüssige Wasser durch Erhitzen im hessischen Tiegel. Das hierdurch erhaltene

Digitized by Google

Gemenge von Natronhydrat und Kalkhydrat, der sogenannte Natronkalk, wird gepulvert und in einem wohl verschlossenen Gefäße aufbewahrt.

Man wägt den zu analysirenden Brennstoff genau ab und vermischt ihn mit der sechs- bis zehnfachen Menge von Natronkalk in einem lauwarmen Mischungsmörser, füllt das Gemenge in eine Verbrennungsröhre, ähnlich den bei der Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung angewendeten, und bringt vor die Mischung eine Schicht reinen Natronkalk. Ein frisch ausgeglühter lockerer Asbestpfropf, den man vorne anbringt, verhindert, daß von dem leichten Natronkalk Theile durch den Gasstrom fortgeführt werden. An das

Fig. 20.



offene Ende der Röhre befestigt man luftdicht einen mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure gefüllten Kugelapparat, worin alles Ammoniak zurückgehalten wird. Die Röhre wird in dem Verbrennungsofen (Fig. 20) erhitzt.

Man umgiebt zuerst den vorderen Theil der Röhre mit glühenden Kohlen und rückt, wenn dieser glüht, den Schirm allmählich nach hinten, so daß die Mischung des Brennstoffes mit Natronkalk erhitzt wird, bis zuletzt die ganze Röhre roth glüht. Es entwickelt sich hierbei außer Ammoniak auch freier Wasserstoff, von dem Hydratwasser des Natronhydrats herrührend, dessen Sauerstoff an den Brennstoff getreten ist; ferner in vielen Fällen Kohlenwasserstoff,

Digitized by Google

während alle Kohlensäure von dem Natron zurückgehalten wird.

Man nimmt nach beendigter Verbrennung, wobei die anfangs geschwärzte Mischung wieder ganz weiß geworden sein muß, den Kugelapparat ab, gießt die saure Flüssigkeit in eine Porzellanschale und versetzt sie mit Zweifach-Chlorplatin.

Beim Abdampfen im Wasserbad hinterbleibt ein Rückstand von Chlorplatinammonium (Platinsalmiak) und überschüssigem Zweifach-Chlorplatin, welcher mit Alkohol oder einer Mischung von Alkohol und Aether behandelt wird, worin das Zweifach-Chlorplatin sich löst, das Chlorplatinammonium aber ungelöst zurückbleibt, so daß es auf einem Filter gesammelt, bei 100 Grad C. getrocknet und gewogen werden kann. 100 Theile Chlorplatinammonium enthalten 7·624 Theile Ammoniak oder 6·28 Theile Stickstoff. Man kann auch den gesammelten Platinsalmiak glühen und das hinterbleibende Platin wägen; 1 Aequivalent Platin entspricht in diesem Falle 1 Aequivalent Stickstoff, oder auf 100 Platin sind 14·20 Theile Stickstoff in dem untersuchten Brennstoff vorhanden gewesen.

Bestimmung des Schwefels.

Man verbrennt den Brennstoff durch Erhitzen mit einer Mischung von kohlensaurem Kali und Salpeter, wobei der Sauerstoff des Salpeters die Verbrennung bewirkt, der Schwefel geht dadurch in Schwefelsäure über. Löst man daher die durch Glühen weiß gewordene Mischung in Wasser unter Zusatz von Chlorwasserstoffsäure auf, so enthält die Lösung neben Chlorkalium eine gewisse Menge schwefelsaures Kali und die filtrirte saure Lösung giebt auf Zusatz von Chlorbaryum einen gewissen Niederschlag von schwefelsaurem

Digitized by Google

Baryt. Es ist nothwendig, diese Fällung in kochender Flüssigkeit auszuführen, damit der ausgeschiedene schwefelsaure Baryt eine körnige Beschaffenheit annimmt, sich schnell zu Boden setzt und in Folge dessen gut abzufiltriren ist. Nach vollständigem Absitzen des Niederschlages filtrirt man die über demselben stehende klare Flüssigkeit durch ein Filter von bekanntem Aschengehalte ab, den weißen Niederschlag zurücklassend. Dieser Niederschlag wird einige Male mit heißem Wasser ausgewaschen, sodann das Filter sammt Inhalt getrocknet, geglüht und also gewogen. Nach Abzug der Filterasche erhält man durch Multiplication mit dem Factor 0·34309 die dem schwefelsauren Baryt entsprechende Menge Schwefelsäure.

Schwefelsäure-Aequivalent . = 40·1
Schwefel- » . = 16·1

Beispiel. 10·1365 Gramm Braunkohle geben 0·2692 Gramm schwefelsauren Baryt, welcher

$$0{\cdot}2692 \times 0{\cdot}34309 = 0{\cdot}09236 \text{ Gramm}$$

oder 0·911 Percent Schwefelsäure oder

$$40{\cdot}1 : 16{\cdot}1 = 0{\cdot}911 : x;\ x = 0{\cdot}365 \text{ Schwefel.}$$

Hat man durch die Elementar-Analyse die Bestandtheile eines Brennstoffes gefunden, so ist es sehr leicht, seinen Wärme-Effect zu berechnen. Nimmt man z. B. eine durchschnittliche elementare Zusammensetzung für ein ausgetrocknetes Holz zu 49·46 Kohlenstoff, 6·34 Wasserstoff und 44·16 Sauerstoff an, so würden die 44·16 Sauerstoff zur Wasserbildung 5·52 Wasserstoff binden, also 0·82 Wasserstoff im Ueberschusse verbleiben. 0·4946 Kohlenstoff entwickeln ($\times 7174 =$) 3546 Calorien und 0·82 Wasserstoff ($\times 34742 =$) 285 Calorien. Das Heizvermögen eines wasserfreien Holzes berechnet sich also zu ($3546 + 285 =$) 3831 Calorien. Enthält das Holz 20 Percent Wasser, so kommen auch nur

Digitized by Google

$^4/_5$ dieser Calorien zur Entwickelung und es ergeben sich (3831 × $^4/_5$ =) 3064 Calorien, von welchen wiederum diejenigen in Abzug zu bringen sind, welche durch 20 Percent Wasser bei dessen Dampfbildung absorbirt werden, also $\left(\frac{540}{5} =\right)$ 108 Calorien. Das Holz mit 20 Percent Feuchtigkeit giebt demnach (3064 — 108 =) 2956 Calorien aus. Der Aschengehalt ist nicht in Abzug gebracht. Beträgt derselbe inclusive Stickstoff 2 Percent, so ist von der Summe der Calorien aus Kohlenstoff und Wasserstoff $^1/_{50}$ abzuziehen.

Der Werth und auch der Kaufpreis der Brennmaterialien stehen zu dem Heizeffecte gewöhnlich in einem geraden Verhältnisse, wenn nicht besondere örtliche Verhältnisse: Fracht, Arbeitslohn u. s. w., modificirend eintreten. 1 Kubikmeter harten lufttrockenen Holzes wiege 400 Kilogramm, koste 3 fl. und gebe (400 × 2900 =) 1,160.000 Calorien aus; 1 Kubikmeter weichen trockenen Holzes wiege nur 300 Kilogramm und gebe nur (300 × 2900 =) 870.000 Calorien, sein Werth wäre also dem harten Holze gegenüber nur 2 fl. 25 kr. 1 Kilogramm irgend einer Braunkohle gebe 5500 Calorien, 400 Kilogramm also 220·000 Calorien, ihr Heizwerth würde sich demnach dem harten Holze gegenüber zu 5 fl. 70 kr. veranschlagen lassen. In dieser Weise lassen sich annähernd Kauf und Heizwerth der verschiedenen Heizmaterialien veranschlagen oder bestimmen.

Nach Chevandier wiegt ein Kubikmeter lufttrockenen Holzes:

Fichte, Stamm	. . . . .	256 Kilogramm
» Knüppel	. . . . .	283 »
» Aeste	. . . . .	281 »

Digitized by Google

Tanne,	Stamm	277	Kilogramm
»	Knüppel	312	»
»	Aeste	287	»
Eiche,	Stamm	380	»
»	Knüppel	317	»
»	Aeste	277	»
Rothbuche,	Stamm	380	»
»	Knüppel	314	»
»	Aeste	304	»
Weißbuche,	Stamm	370	»
»	Knüppel	313	»
»	Aeste	298	»
Birke,	Stamm	338	»
»	Knüppel	318	»
»	Aeste	269	»

IX.

Factoren, von welchen die bei der Verbrennung eines Körpers auftretende Wärmemenge abhängig ist.

Es lassen sich bei jeder Verbrennung drei Factoren als maßgebend für die dabei entstehende Wärmemenge beobachten:

1. Die Vereinigungswärme, d. i. diejenige Wärmemenge, welche durch die chemische Verbindung der Elemente der Brennstoffe mit dem Sauerstoff der Luft entsteht;

2. die latente Wärme;

Digitized by Google

3. die specifische Wärme der bei der Verbrennung wirkenden Körper und entstehenden Verbrennungs-Producte.

Tritt zu der latenten Wärme der Verbrennungskörper noch die Vereinigungswärme und ist die specifische Wärme der Verbrennungs-Producte kleiner als die der Bestandtheile, so wird die größte Wärmemenge auftreten. Wird aber ein Theil der Vereinigungswärme latent, d. h. zur Gasbildung benützt, und ist die specifische Wärme der Verbrennungs-Producte größer wie die der Bestandtheile, so wird die geringste Wärmemenge frei werden.

Die durch die Verbrennung der Heizkörper herbeigeführten Temperaturen.

Ein Brennstoff übt bei seinem Verbrennen zunächst die Wirkung aus, daß sich das ihn umgebende Ofengemäuer erhitzt, hierbei ist die Temperatur, welche sich nach einiger Zeit entwickelt, sowohl für die innere Ofenoberfläche, für die Oberfläche des Brennmaterials und für die Gase eine gleichbleibende, ebenso ist die dann entwickelte Wärmemenge (mit Nichtberücksichtigung der von dem Ofengemäuer absorbirten Wärmemenge) von den bei der Verbrennung entstehenden Gasen und dem in den Ofen geströmten Stickstoff der Luft absorbirt.

Die Verbrennung der Brennstoffe kann auf dreifache Weise stattfinden;

1. in reinem Sauerstoff,

2. in einer Luftmenge, welche den zur Verbrennung gerade nothwendigen Sauerstoff enthält,

3. in einer Luftmenge, welche mehr Sauerstoff enthält, als zum Verbrennen nothwendig ist.

Digitized by Google

Die Resultate dieser drei möglichen Fälle der Verbrennung ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

	1 Gewichtstheil giebt in reinem Sauerstoff	1 Gewichtsth. giebt m. der z. Verbrennung nothwendigen Luftmenge	1 Gewichtsth. giebt mit der doppelten Luftmenge verbrannt
		Wärme-Einh.	Wärme-Einh.
Kohlenstoff	9990 Grad	2478 Grad	1363 Grad
Wasserstoff	4073 „	2076 „	1281 „

Holz, welches bei 140 bis 150 Grad C. getrocknet ist, 50 Percent Kohlenstoff, 1 Percent Wasserstoff, 46 Percent Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältniß der Wasserbildung und 1 Percent Stickstoff enthält und mittelst der zur Verbrennung nothwendigen Luftmenge verbrannt wird, giebt hiernach an absoluter Wärme:

50 Pf. Kohlenstoff à 8.080 W.-E. = 404.000 W.-E.
1 » Wasserstoff à 36.000 » = 36.000 »

Summe 440.000 W.-E.

Der pyrometrische Effect wird nach der Menge der Verbrennungs-Producte berechnet. Die letzteren betragen:

50 × 3·66 Kohlensäure . . . . . = 183 Pfund
9 × 4·60 Wasserdampf . . . . . = 55 »
5 × 8·88 Stickstoff . . . . . = 444 »
26·64 » . . . . . = 26·64 »
1·00 » an Brennstoff = 1 »

709·64 Pf.

Digitized by Google

Die Wärme-Capacität der Verbrennungs-Producte beträgt:

Kohlenstoff	= 183	× 0·221	=	40·443
Wasserdampf	= 55	× 0·847	=	46·585
Stickstoff	= 461·64	× 0·2754	=	129·890
			Summe	216·918

oder nahezu 217.

Die latente Wärme zur Bildung von 55 Grad Wasserdampf beträgt $55 \times 550 = 30.250$, welche von der erhaltenen absoluten Wärme abzuziehen sind. Die absolute Wärme ergiebt sich danach zu

$$440.000 - 30.250 = 409.750 \text{ W.-E.}$$

und in diese Wärmemenge theilen sich die erhaltenen Verbrennungs-Producte, welche mit Berücksichtigung ihrer Wärme-Capacitäten hier = 217 sind. Die Temperatur beträgt daher hier $\frac{409.750}{217} = 1888$ Grad.

Peclet, welcher seiner Berechnung die von Regnault aufgestellten Wärme-Capacitäten zugrunde legt, welche für

Kohlensäure	0·2164
Stickstoff	0·244
Sauerstoff	0·2182
Wasserdampf	0·4750
Kohlenoxyd	0·3400

betragen und nur 34.462 W.-E. als den absoluten Heiz-effect des Wasserstoffes annimmt, wovon er noch die latente Wärme der gebildeten Wasserdämpfe abzieht, fand hiernach für Kohlenstoff, Wasserstoff und Kohlenoxyd, je nachdem sie in reinem Sauerstoff oder in der einfachen oder doppelten Luftmenge verbrannt wurden, folgende Zahlen:

Digitized by Google

	W. E.		Wasser-Aequivalent
Kohlenstoff	8000 :	0·79 =	10126° in reinem Sauerstoff,
	8000 :	2·95 =	2715° in der einfachen Luft,
	8000 :	6·69 =	1406° in der doppelten Luft,
Wasserstoff	29512 :	4·27 =	6903° in Sauerstoff,
	29512 :	10·78 =	2736° in Luft,
	29512 :	19·04 =	1541° in der dopp. Luftmg.
Kohlenoxyd	2400 :	0·34 —	7059° in Sauerstoff,
	2400 :	0·80 =	3000° in Luft,
	2400 :	1·38 =	1739° in dopp. Luftmenge.

Nach diesen Zahlen würde ein Holz von obiger Zusammensetzung in der zur Verbrennung nothwendigen Luftmenge verbrannt, folgenden Wärme-Effect geben:

Kohlenstoff . .	50 ×	2·95	= 147·50
Wasserstoff . . .	1 ×	10·78	= 10·78
Wasser	46 ×	0·475	= 21·85
Stickstoff . . .	1 ×	0·244	= 0·24
Asche	2 ×	0·2	= 0·4
			180·77

Gesammter Wärme-Effect:

$$(50 \times 8000) + 29512 = 429512)$$

$$\text{mithin } \frac{429512}{180{\cdot}77} = 2376°$$

Da aber die 46 Percent Wasser auch verdampft werden, so ist die hierzu nothwendige latente Wärme von dem absoluten Wärme-Effect noch abzuziehen, hier also noch $46 \times 550 = 25330$ W. E.

Der pyrometrische Effect würde daher nur:

$$404213 : 181 = 2236 \text{ Grad sein.}$$

Die folgenden Zahlen sind auf ähnliche Weise berechnet, wobei angenommen wurde, daß die Verbrennung unter Zutritt der einfach dazu nöthigen Luftmenge stattfindet:

Digitized by Google

Trockenes Holz giebt eine Temperatur von . .	2412 Grad
Holz mit 30 Percent Wasser	2166 »
Holzkohle mit 7 Perc. Asche und 7 Perc. Wasser	2774 »
trockener Torf mit 5 Percent Asche	2484 »
Torf mit 20 Percent Wasser	2350 »
Steinkohle von mittlerer Qualität	2800 »
Steinkohlencoaks mit 5 Percent Asche	2755 »
» » 15 » »	2735 »

Alle diese Berechnungen setzen aber voraus, daß kein bedeutender Wärmeverlust durch die Wandungen des Ofens stattfindet und daß dieselben so ziemlich die Temperatur des Brennstoffes haben; ein Fall welcher in den Hüttenwerken meistens zutrifft, bei unseren gewöhnlichen Oefen aber nicht erreicht wird, da der über dem glühenden Brennstoff befindliche zu erhitzende Körper zu viel Wärme absorbirt, daher die Temperatur hier immer eine geringere ist.

X.

Die wirkliche Leistungsfähigkeit der Brennstoffe bei praktischen Feuerungsanlagen.

Die berechneten absoluten Wärme-Effecte werden in der Praxis nie erreicht, weil bei der Berechnung auf die mannigfaltigen Ursachen, welche in der Praxis den Wärme-Effect verringern, keine Rücksicht genommen ist.

Die Ursachen, welche den absoluten Heizeffect eines Brennstoffes in der Praxis verringern, sind:

Digitized by Google

1. Die Wärme, welche die zum Verbrennen größtentheils mit eintretende überschüssige Luft in den Schornstein entführt.

2. Der Verlust durch das den Brennstoffen innewohnende hygroskopische Wasser.

3. Der Verlust durch die Verdampfung des Wassers.

4. Der Verlust, den jene Körper des Brennstoffes verursachen, die nicht verbrennen und keine Wärme entwickeln, vielmehr solche noch von der durch die brennbaren Bestandtheile entwickelten, absorbiren; wie Asche, welche glühend auf dem Rost oder im Aschenfall zurückbleibt.

5. Ein weiterer Verlust entsteht dadurch, daß bei den meisten Feuerungen nicht aller Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrennt, sondern ein Theil nur zu Kohlenoxyd, welches nur $^3/_{10}$ der Wärmemenge entwickelt, die bei der vollkommenen Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlensäure effectuirt wird.

6. Der Verlust an Kohlenstoff, welcher sich durch Abkühlung als Ruß abscheidet und so der Verbrennung entgeht.

7. Die Wärme, die das um den Feuerherd befindliche Mauerwerk absorbirt.

8. Eine noch größere Menge zutretender Luft, als früher angenommen wurde.

Durch diese in der Praxis theilweise unvermeidlichen Uebelstände wird der absolute Heizeffect eines Brennstoffes sehr reducirt, und es haben deshalb die theoretisch berechneten Heizeffecte nur einen annähernden Werth und sind hauptsächlich nur bei der Werthbestimmung gleichmäßiger Brennstoffe von Nutzen.

Ueber die mit verschiedenen Brennstoffen erzielten praktischen Resultate geben nachfolgende Zahlen Aufschluß.

Digitized by Google

Die Versuche wurden hierzu in der Weise gemacht, daß man feststellte, wieviel Pfund Wasser von einer gewissen Menge lufttrockenen Brennstoffes verdampft wurden.

Karmarsch, der mehr als 100 Sorten hannover'schen Torfes untersuchte, fand, daß 1 Pfd. Torf 1·6 bis 2·3 Pfd. Wasser von Null Grad verdampfte.

Nach Fife verdampft 1 Pfd. gute englische oder schottische Steinkohle 5·8 bis 6·8 Pfd. Wasser von Null Grad.

Nach Watt 7·6 Pfd. Wasser von Null Grad.

Nach Parkes 8·68 Pfd. Wasser von Null Grad.

Nach Henwood 9·69 Pfd. Wasser von Null Grad.

Die letzte war beste Newcastler Steinkohle.

Nach Versuchen des hessischen Gewerbevereins verdampft

1 Pfd. Kohlengrus . . . . . 5·201 Pfd. Wasser
1 » seit 2 Jahren gefälltes Buchenholz 2·075 » »
1 » Torf . . . . . 1·992 » »

Nach Karmarsch geben:

1000 Pfd. gelber Torf an absoluter Wärme so viel wie 946 Pfd.
1000 » brauner » » » » » » 1076 »
1000 » Erdtorf » » » » » » 1040 »
1000 » Pechtorf » » » » » » 1107 »
lufttrockenes Fichtenholz.

Vergleichende Versuche mit Braunkohle und Steinkohle ergeben, daß 3 preußische Tonnen Braunkohlen (die Tonne zu 4 Scheffel à 2 Ctr. 10 Pfd.) denselben Effect wie 1 Tonne Steinkohlen à 4 Scheffel = $7^1/_2$ Kubikfuß = $3^1/_2$ Ctr. haben, oder 1 Gewichtstheil Steinkohle = 2·86 Gewichtstheile Braunkohle ist.

Bei Holz und Torf ist der Wärme-Effect ein größerer, je trockener sie sind, bei Coaks und Steinkohlen aber findet das Gegentheil statt, deren Wärme-Effect wird erhöht, wenn

Digitized by Google

sie etwas angefeuchtet werden, oder wenn man etwas Wasserdampf in die Feuerung treten läßt.

Fife hat bei Versuchen im Fabriksbetriebe gefunden, daß, wenn von einem Dampfkessel $^1/_{25}$ des erzeugten Dampfes zur Feuerung geleitet wird, 66 Pfd. Steinkohle eben so viel leisten wie 100 Pfd. derselben ohne Zuleitung von Wasserdampf; im ersteren Falle entsteht daher eine Ersparniß von 33 bis 40 Percent an Brennstoff.

Der Wasserdampf verlangsamt und vervollständigt die Verbrennung, so daß die entwickelte Wärme besser von der Oberfläche des zu erhitzenden Körpers aufgenommen wird, weil die Verbrennungsproducte eine größere rotirende Bewegung erhalten. Man nahm früher an, daß die durch den Wasserdampf mehr erzielte Wärme durch die Verbrennung des Wasserstoffes entstehen könnte, welche bei der Berührung des Dampfes mit den glühenden Kohlen entsteht, allein diese Annahme ist unrichtig, da bei der Zerlegung des Wasserdampfes eben so viel Wärme gebunden wird, als bei der Verbrennung des Wasserstoffes wieder frei wird.

Der Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes für Preußen hat durch Dr. Brix über die in der Praxis möglichen Heizeffecte der preußischen Brennstoffe sehr umfassende Untersuchungen anstellen lassen. Derselbe basirte seine Versuche darauf, wieviel Pfund Wasser von Null Grad durch 1 Pfd. Brennstoff in Dampf von 112·5 Grad C. verwandelt werden? Nach Abzug der Asche und des mittleren Wassergehaltes des Brennstoffes wurden durch Rechnung folgende Zahlen gefunden.

Digitized by Google

	Verkehrseinheit		Der Brennst. enth. in 100 Th.		Nutzbarer Heizeffect für 1 Pfd. Brennstoff			Für 1 Klft.
	Bezeichnung	Gewicht in Pfund	Asche	Wasser	mit mittlerem Wassergehalt	wasserfrei	wasser- und aschenfrei	mit mittlerem Wassergehalt
1. Holz.	Die							
Kieferholz	Klafter	2650	0·6	15	4·19	5·11	5·14	11·103
Alte und junge Stämme	zu 108	2500	0·6	15	3·83	4·68	4·71	9·575
Birkenholz	Kubikf.	2780	0·9	15	3·82	4·67	4·71	10·425
Eichenholz	„	3125	1·6	15	3·74	4·58	4·65	10·088
Rothbuchen	„	3100	1·4	15	3·63	4·45	4·51	11·253
Weißbuchen	„	3100	1·5	15	3·66	4·48	4·55	11·346
2. Torf.	Die							
V. Linum Flatow 1. Sort.	Klafter	3300	10·0	25	3·66	5·22	5·80	12·048
„ „ „ 2. „	z. 138·4	2800	10·5	—	3·62	5·60	5·77	10·136
„ „ „ 3. „	Kubikf.	2200	8·2	—	3·65	5·07	5·52	8·030
Buchfeld-Neulangen 1. S.	„	3300	10·5	—	3·65	5·19	5·80	12·045
„ „ 2. „	„	2650	11·0	—	2·43	4·77	5·36	9·090
3. Braunkohlen.	gelagert Tonnen zu 4 Scheffel							
Schönfeld bei Aussig, Böhmen		296	14·0	28	3·92	5·84	6·91	1·160
Perleberg u. Wittenberg a. d. Elbe	„	267	5·0	24	3·96	5·84	6·91	1·057
Frankfurt a. O., Grube Goldfuchs	„	286	8·0	48	2·41	5·55	6·10	690
Rauer, Stückkohle	„	300	8·5	50	2·25	5·50	6·15	675
„ geformte Kohlen	100 St.	166	11·2	29	2·50	3·95	5·10	415
Perleberg, frisch gefördert	Tonne	285	5·0	46	2·65	5·50	6·06	755
4. Englische Steinkohlen.								
Hunwiksgrube bei Stocktown a. Tees	—	391	3·5	3	7·42	7·68	8·13	—
Hawthorn's Hartley Coal Newcastle	—	391	6·0	3	7·70	7·97	8·60	—
5. Preußische Steinkohlen.								
Löbhünergrube b. Wettin, Ob.-Fl.	—	384	10·0	3	7·83	8·10	9·26	—

Digitized by Google

	Verkehrseinheit		Der Brennst. enth. in 100 Th.		Nutzbarer Heizeffect für 1 Pfd. Brennstoff			Für 1 Klft.
	Bezeichnung	Gewicht in Pfund	Asche	Wasser	mit mittlerem Wassergehalt	wasserfrei	wasser- und aschenfrei	mit mittlerem Wassergehalt
Waldenburger Revier.								
Segen Gottes	—	361	3·0	3·0	7·53	7·79	8·26	—
Graf Hochberggrube . .	—	370	6·0	3·0	7·13	7·38	8·15	—
Neue Heinrichsgrube . .	—	367	6·0	3·0	7·18	8·05	8·65	—
Oberschlesisches Revier.								
Eugeniens Glücksgrube	—	347	2·5	3·0	6·76	7·00	7·44	—
Königsgrube	—	353	3·0	3·0	7·56	7·82	8·28	—
Louisengrube Oberflötz .	Tonne	370	10·0	3·0	6·70	6·90	7·88	—
„ Niederflötz	—	366	4·6	3·0	6·42	6·65	7·10	—
Hoymgrube	—	358	10·5	3·0	7·00	7·25	8·35	—
Königin Louisengrube a	—	364	4·0	3·0	7·52	7·78	8·38	—
„ „ b	—	—	2·0	3·0	7·23	8·00	8·42	—
Saarbrücker Revier.								
Gerhardtgrube	—	363	7·5	3·0	7·03	7·28	8·16	—
Heinitz	—	365	3·0	3·0	7·74	8·43	8·01	—
Duttweiler	—	357	2·0	3·0	7·95	8·23	8·55	—
Inde Revier.								
Jamesgrube, Flötz Großkohl	—	350	1·5	3·0	8·70	9·00	9·28	—
Centrumgrube, Flötz Tornegel	—	407	6·0	3·0	7·96	8·24	8·92	—
Wormser Revier.								
Neulauer Weggrube . .	—	383	5·0	3·0	6·97	7·22	8·81	—
Neulangenberg	—	381	2·5	3·0	7·50	7·76	8·82	—
Revier Essen								
Zeche Victoria Mathias	Tonne	—	3·0	3·0	7·90	8·18	8·61	—
„ Hundsnacken . .	4 Scheff.	—	4·5	3·0	6·83	7·07	8·72	—
Revier Bochum.								
Zeche Engelsburg . . .	—	—	3·0	3·0	8·16	8·45	8·82	—
„ Friedrich Wilhelm	—	—	4·0	3·0	7·63	7·90	8·31	—
„ Franziska Tiefblau	—	—	4·0	3·0	7·86	8·13	8·55	—
6. Kohlen und Coaks.								
Kiefernholzkohle . . .	Tonne	64	2·0	10·0	7·04	7·93	8·09	448
Torfkohlen	3 Scheff.	125	3·0	5·0	7·08	7·50	7·73	885
Coaks v. Gerhardtsflötz der Königsgrube .	Tonne 4 Scheff.	230	2·7	5·0	7·40	7·84	8·47	1·702
Coaks vom Faustaflötz der Faustgrube . . .	—	251	5·0	5·0	7·58	8·03	8·64	1·899

Digitized by Google

Nach dieser Tabelle verdampft also 1 Pfund trockener aschenfreier Brennstoff im Mittel:

Harzhaltiges Holz . .	5·1	Pfund	Wasser	von	Null	Grad
Gewöhnliches » . .	4·6	»	»	»	»	»
Torf	5·7	»	»	»	»	»
Braunkohle	6·3	»	»	»	»	»
Steinkohle	8·4	»	»	»	»	»
Coaks	8·5	»	»	»	»	»

Für nordamerikanische Steinkohle fand Professor Johnson folgende nutzbare Heizeffecte:

Cannelton, Indiana verdampft . . .	6·17	Pfund	Wasser
Clover-Hill, Virginia » . . .	6·45	»	»
Atkinsen u. Tempeltown » . . .	8·99	»	»
Quins Run » . . .	8·63	»	»
Peach Mountam » . . .	8·50	»	»
Forest Improvement » . . .	8·45	»	»

Nach den Versuchen von Playfair und de la Roche über die Heizeffecte englischer Steinkohlen, verdampft 1 Pfund der folgenden Sorten die unter 1 angegebenen Pfunde Wasser. Die Colonne 2 enthält die aus der Rechnung sich ergebenden Mengen.

Namen der Gruben	1	2
Steinkohle von Wales.		
Graigola	9·35	13·5
Old Castle fiery vein	8·94	14·9
Ward's » »	9·40	14·6
Binea	9·94	15·1
Pentrepoth	8·72	14·8
Pentrefelin	6·36	13·8
Duffryn	10·14	15·1
Resoloen	9·53	14·0
Ponty-Pool	7·47	14·3

Digitized by Google

Ebbn-Vale	10·21	15·6
Coleshill	8·0	12·8
Steinkohle von Schottland.		
Dalkeith Jevel Flötz .	7·08	12·3
Walsend Elgin » .	8·46	13·4
Fordal Splint » .	7·56	13·8
Grangemont » .	7·40	13·7
Steinkohle von England.		
Bromhill	7·30	14·8
Park End (Sydney) .	8·52	—

Wie man sieht, weichen die in der Praxis erhaltenen Heizeffecte von der aus der Elementar-Analyse berechneten Totalwärme bedeutend ab; es geht eben in unseren Feuerungsanlagen ein großer Theil der Wärme unbenutzt verloren. Wir empfehlen daher allen Industriellen, welche den Werth eines Brennstoffes kennen lernen wollen, sich dazu nur der Calorimeter zu bedienen, weil durch diese Probe der factische, das heißt der nutzbare Heizeffect des Brennmaterials bestimmt wird.

Brix nimmt an, daß in der Praxis nur 65 bis 70 Percent der theoretischen Heizkraft nutzbar gemacht werden; die Resultate bei Holz und Torf sind aber günstiger.

Mit der höheren Temperatur steigen natürlich auch die Wärmeverluste der in den Schornstein ziehenden Gase und betragen z. B. bei Coaksöfen nach Ebelmen 82 Percent der Totalwärme, wovon $^1/_8$ als frei Wärme der Gase fort geht.

Nach Prechtl beträgt der Wärmeverlust durch die freie Wärme der Gase 7 Percent, wenn dieselben mit einer Temperatur von 150 Grad C. entweichen. Stark getrocknetes Holz giebt 710 Pfund Verbrennungsproducte, deren Wärmecapacität in Wasser-Aequivalenten = 217 ist. Nimmt man an,

Digitized by Google

daß die Luft mit 15 Grad ein- und mit 215 Grad austritt, so gehen offenbar

$$215 - 15 = 200 \times 710 = 142{\cdot}000 \text{ W. E.}$$

verloren, oder mit Berücksichtigung ihrer Wärmecapacität

$$\frac{142000 \cdot 217}{1000} = 30{\cdot}814 \text{ W. E.}$$

Da nun die ganze Totalwärme 409·750 W. E. beträgt, so gehen hier ungefähr 7·5 Percent durch die entweichenden Gase verloren.

Entweichen aber die Gase mit einer Temperatur von 500 Grad, so ergiebt sich der Wärmeverlust nach derselben Rechnung zu 19 Percent der Totalwärme.

Im offenen Schmiedefeuer, wo bei heller Glühhitze eine Temperatur von ungefähr 1000 Grad stattfindet und wo sehr viel überschüssige Luft zutritt, beträgt der Wärmeverlust 90 Percent der Totalwärme.

XI.

Schlußbemerkung zu den Brennmaterialien.

Die Eigenschaft eines Körpers, sich mit der Luft unter Wärme-Entwickelung zu verbinden, nennt man Brennbarkeit, und der Körper selbst im Hinblick darauf einen brennbaren.

Die Raschheit, mit welcher er unter gleichen Bedingungen (gleich große Stücke und gleicher Luftzug) durch Verbindung mit der Luft verzehrt wird und Wärme entwickelt, wird als verschiedener Grad der Brennbarkeit aufgefaßt und ein Brennstoff als brennbarer wie ein anderer angesehen.

Digitized by Google

Coaks sind also brennbarer wie Anthracit. (Uebrigens wird brennbar auch oft statt entzündlich gebraucht, da der rascher brennende Stoff auch der leichter entzündliche ist, der also schneller oder unter einfacheren Bedingungen in den Zustand des Brennens gebracht werden kann.)

Im Allgemeinen ist über die Brennbarkeit der Brennstoffe, welche vom größten Einflusse auf die Verbrennung über dem Rost ist, das Folgende zu bemerken:

Der gasreiche Brennstoff wird rascher verzehrt als der gasarme. Die Wärme, welche auf den Brennstoff einwirkt, um denselben in die Entzündungs-Temperatur zu versetzen, vergast denselben zum Theile, wodurch das Gewicht in gleichen Zeiten um so mehr abnimmt, je gasreicher der Brennstoff, zumal da der gasreichere auch schon bei niederer Temperatur zersetzt wird. Der glühende Rückstand brennt aber weiterhin nicht blos an der Oberfläche, sondern auch im Innern, und zwar im Allgemeinen um so mehr, je mehr Gase entwickelt wurden, denn um so poröser und durchdringlicher für die Luft ist die Kohle (Coaks) geworden. So sind es doppelte Ursachen, welche auf den Grad der Brennbarkeit einwirken. Jeder Brennstoff brennt nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern und in der Flamme entfernt von den Stücken.

Bei den reinen Kohlen (Coaks, Holzkohle, Anthracit) fällt das Letztere nahezu weg und der Anthracit brennt fast blos oberflächlich. Auf die Raschheit der Verzehrung der Volumeneinheit hat übrigens auch das specifische Gewicht bedeutenden Einfluß, im Allgemeinen jedoch in dem gleichen Sinne wie der Gasreichthum, da mit Ausnahme von Torf das specifische Gewicht um so kleiner ist, je mehr Gase entwickelt werden oder wurden. (Bei den reinen Kohlen.)

Digitized by Google

Die durchziehende Luft nimmt von dem specifisch leichteren Stoff in gleichen Zeiten ein größeres Stück weg wie von dem schweren. Von den reinen Kohlen vermag nun der brennbarere Stoff — und dies ist für manche praktische Zwecke von größter Wichtigkeit — in der Zeiteinheit eine größere Menge von Wärme zu entwickeln, somit eine höhere Temperatur zu erzeugen. Er wirkt allerdings nicht so nachtheilig, da er um so rascher verschwindet; in manchen Fällen handelt es sich aber weniger um viel Wärme überhaupt, als um möglichst hohe Temperatur, die nur kurz anzuhalten braucht. Im Hohofen erreicht man (in Nordamerika) mit Anthracit nicht das Gleiche wie mit Coaks. Anthracit hat beiläufig das doppelte specifische Gewicht wie Coaks. Eine gewisse Menge Brennstoff, die für eine bestimmte Wärme-Entwickelung nothwendig ist, hat bei jenem in einem Stück 0·7 der Oberfläche wie bei Coaks. Dazu noch die mangelnde Porosität. Um die entsprechenden Temperaturen zu erreichen, muß bei Anthracit der Wind unter stärkerem Druck eingeblasen werden wie bei Coaks, d. h. es muß überhaupt mehr Luft zugeführt werden, damit an derselben Brennstoffoberfläche in gegebener Zeit mehr Lufttheilchen vorbeiziehen. Dadurch gelangt nun ein Ueberschuß von Luft in die höheren Theile des Ofens und verzehrt daselbst ein Uebermaß von Brennstoff, wo man die Wärme nicht braucht.

Zur Herstellung des Roheisens im Hohofen bedarf man mehr Anthracit wie Coaks und doch stärkeren Wind; daß sich die Coaks auch in ihrer Brennbarkeit von einander unterscheiden, je nachdem sie aus mehr oder weniger gasreichen Kohlen stammen, oder je nach der Art ihrer Fabrikation (Gascoaks am schnellsten bereitet, sind die leichtesten), ist bekannt.

Digitized by Google

Die Brennbarkeit hängt übrigens, um dies zum Schluß nicht unerwähnt zu lassen, nicht blos von der Natur der brennenden Substanz selbst, sondern auch von ihren nicht brennenden Beimengungen, der Asche, ab. Wenn dieselbe in größerer Menge vorhanden ist, so kann sie den Brennstoff von Anfang an und noch mehr, wenn ein gewisser Abbrand erfolgt ist, förmlich einhüllen und dadurch den Zutritt der Luft schwächen.

»Entzünden« heißt in's Brennen versetzen, den Anstoß dazu geben, daß eine Substanz von sich aus weiter brennt. Mit dem Brennen, dem sich Verbinden eines Brennstoffes mit dem Sauerstoff der Luft, ist eine Zeit lang immer die Entzündung noch nicht brennender Theile verbunden. Die eigentlichen Brennstoffe verbinden sich mit dem Sauerstoff, indem sie in's Glühen kommen. Entzünden ist also eigentlich so viel wie in's Glühen bringen. Das erfordert nun bei den verschiedenen Brennstoffen einen sehr ungleichen Aufwand von Wärme, und wenn es sich nicht blos darum, sondern auch um die selbstständige Fortsetzung der Entzündung und Erhaltung des Feuers handelt, verschiedenartige Anhäufung des Brennstoffes.

Betrachten wir zuerst die Kohlen (in engerem Sinne also Holzkohlen, Torfkohlen, Coaks, die Producte der Verkohlung der natürlichen Brennstoffe). Den größten Gegensatz bei denselben bilden Holzkohlen und Coaks; erstere entzünden sich leicht, d. h. durch wenig Wärme und brennen in kleinen Stücken weiter fort, letztere entzünden sich schwer und erlöschen sehr rasch an der Luft. Jede dieser beiden Sorten zeigt in ihren einzelnen Abarten jedoch wieder ziemlich große Verschiedenheiten. Die gewöhnliche Meilerkohle entzündet sich schwerer als die Bäckerkohle und erlöscht auch in der Regel, wenn sie nur an einem Ende angezündet wird, während

Digitized by Google

letztere die Entzündung über die ganze Masse fortsetzt und vollständig verbrennt. Ebenso sind die Coaks untereinander sehr verschieden; die Gascoaks sind entzündlicher als die Hüttencoaks derselben Kohle, die Saar-Coaks entzündlicher als die Ruhr-Coaks.

Diese Verschiedenheiten sind wahrscheinlich bedingt durch die molekulare Anordnung der Theile, durch ihre Dichtigkeit, sowie durch ihre Leistungsfähigkeit für die Wärme. Je dichter die Substanz (abhängig von der Höhe der Temperatur, bei welcher sie bereitet wurde und der Menge des entwickelten Gases), um so besserer Leiter für die Wärme (ebenso für die Elektricität) wird dieselbe, um so rascher wird die an einer Stelle erzeugte Wärme weiter in die übrige Masse fortgeführt; je dichter die Substanz ferner, um so weniger Angriffspunkte bietet sie dem Sauerstoff der Luft dar, um so weniger Wärme kann somit an einer gegebenen Stelle in der Zeiteinheit neu producirt werden.

Wird behufs Entzündung Wärme an eine kleine Stelle eines größeren Stückes dichter (harter, schwerer) Kohle geführt, so wird nur eine verhältnißmäßig starke Wärmequelle die Kohle in's Glühen versetzen können, zum Fortbrennen nach Entfernen der Wärmequelle kommt es jedoch nicht, da die Wärme sich rasch über die ganze Masse verbreitet und die durch Verbindung des Sauerstoffes mit der noch glühenden Kohle neu gebildete Wärme zu gering ist, um die Entzündungs-Temperatur auf ihrer Höhe zu erhalten. An einer kleinen Stelle glühende Coaks wird somit fast sofort schwarz nach Entfernen der Wärmequelle. Ebenso erlischt ein aus dem Ofen genommenes, durch die ganze Masse glühendes Stück Coaks sehr rasch an der Luft, da die von der ganzen Oberfläche durch Strahlung, sowie durch Ableitung an die vorbeiziehende Luft abgegebene Wärme, die rasch von dem

Digitized by Google

Innern nach der Oberfläche fortschreitet, größer ist, als die in gleicher Zeit an der Oberfläche durch Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft neu producirte.

Den höchsten Grad von Dichtigkeit und somit Leitungsfähigkeit besitzt die an den Wänden der Gasretorten durch Zersetzen der Kohlenwasserstoffe abgeschiedene Kohle, der sogenannte Gasretorten-Graphit, derselbe erscheint fast unverbrennlich. Er absorbirt keine Spur Wasser und ist aus diesem Grunde, sowie wegen seiner Härte und Leitungsfähigkeit für die Elektricität ein vortreffliches Material zur Herstellung des negativen Pols der Bunsen'schen Batterie. Durch sehr starkes Glühen läßt sich übrigens jede Kohle in eine ähnliche Substanz verwandeln.

Die Kunst, einen schwer entzündlichen Brennstoff wie Coaks, die ältere Steinkohle, insbesondere Anthracit zu verbrennen, beruht nicht sowohl darin, denselben im Ofen einem starken Zug auszusetzen, d. h. sehr viel davon in kurzer Zeit zu verbrennen, wie die ganz allgemein verbreitete Ansicht ist, sondern vielmehr einfach darin, denselben im Glühen zu erhalten, und dies erreicht man dadurch, daß man eine größere Menge des Brennstoffes in einem schachtförmigen Feuerherd vereinigt und den letzteren wo möglich noch auf geringe Höhe mit einem schlechten Wärmeleiter (Thon, Stein) auskleidet.

Unter solchen Umständen kann man jedes Minimalquantum eines schwer entzündlichen Brennstoffes brennen. Als Erforderniß ist dabei jedoch noch anzugeben, daß die Stücke des Brennstoffes klein sind (Bohnen- bis Nußgröße), so daß eine möglichst große Oberfläche von der durchziehenden Luft getroffen wird. In diesem Falle kann man selbst in einem eisernen Ofen (Füllofen) mittelst des kleinen Betrages von $^1/_4$ Pfund Gascoaks die Stunde das Feuer unterhalten.

Digitized by Google

Bei Hüttencoaks muß die Verbrennung etwas stärker sein, noch mehr beim echten (amerikanischen) Anthracit, und ist für letzteren bei kleineren Oefen die Anwendung eines mit Thon ausgekleideten Herdes zu empfehlen.

Ist hingegen die Schichthöhe des Brennstoffes gering und besteht derselbe noch aus größeren Stücken, welche breite Canäle zwischen sich lassen, so geht ein großer Ueberschuß von Luft durch die Masse und entführt eine beträchtliche Menge Wärme, welche sonst in den Stücken selbst bleiben und von diesen nur durch die Ofenwände abgegeben werden könnte. Es muß jetzt eine lebhafte Verbrennung unterhalten werden. Dies gelingt nur bei starkem Zug, um den Brennstoff vor dem Erlöschen zu schützen, und der Ofen kommt in Jähhitze.

Die natürlichen Brennstoffe unterscheiden sich in ihrer Entzündlichkeit in noch höherem Grade wie die künstlichen Kohlen; zum Theile sind sie weit entzündlicher. Es rührt dies daher, daß sie bei der Erhitzung brennbare Gase entwickeln, die sich sofort entzünden und mit ihrer Wärme weiterhin auf den Brennstoff einwirken und seine Temperatur steigern; gleichzeitig wird aber die Oberfläche des Brennstoffes bei der Verkohlung porös und die Theilchen dadurch auch immer der Luft zugänglich. Ein natürlicher Brennstoff ist um so entzündlicher, je mehr er Gase entwickelt, am meisten deshalb das Holz, das an 80 Percent gasförmigen Brennstoff aussendet, welcher sich als Flamme zu erkennen giebt. Bei rascher Erhitzung verliert Holz mehr Gase als bei langsamer, darum ist die lockere leichte Bäckerkohle entzündlicher als die Meilerkohle, Gascoaks entzündlicher als Hüttencoaks.

Es ist Thatsache, daß der Brennmaterial-Verbrauch, auf 1 Tonne Roheisen berechnet, in Holzkohlen-Hohöfen

Digitized by Google

unter sonst gleichen Betriebsbedingungen geringer ist als in Coaks- oder Anthracit-Hohöfen. Zur Erklärung dieser Thatsache hat man verschiedene Theorien aufgestellt, welche indessen mehr oder weniger anfechtbar sind.

Der Chemiker erblickt in der Eigenschaft der Holzkohle, großporig und locker zu sein, das Vermögen, die vor der Form durch Verbrennung der Gebläseluft entstandene Kohlensäure sofort zu Kohlenoxyd zu reduciren, noch bevor dieselbe das Hohofengestell verlassen hat. Nimmt man selbst diese Voraussetzung als richtig an, was in Anbetracht der Hindernisse, welche der Entnahme von Gasen aus einem Hohofengestell zum Zwecke der Analyse bis heute entgegenstehen, immerhin sehr gewagt ist, so sind doch unzweifelhaft nachstehende Einwendungen berechtigt. Zunächst ist erwiesen, daß durchgehends die Reduction in einer ziemlich bedeutenden Höhe 3 bis 7 Meter über dem Gestelle stattfindet und der Ort dieses Processes in Bezug auf den Brennmaterial-Verbrauch durchaus keine Rolle spielt. Ferner aber würde die im Gestelle stattfindende Reduction der Kohlensäure zu Kohlenoxyd eine ganz beträchtliche Temperatur-Abnahme bedingen, während doch feststeht, daß die Gestelle von Holzkohlen-Hohöfen heißer sind als diejenigen von Coaks- oder Anthracit-Hohöfen. Der Praktiker erklärt sich den Vorgang dadurch, daß das dichte Brennmaterial der Verbrennung länger widersteht als das lockere, woraus folgt, daß in Coaks- und Anthracit-Hohöfen dem eingeblasenen Winde eine größere Oberfläche an Brennmaterial dargeboten werden muß, um in der Zeiteinheit eben so viel Kohlensäure zu liefern, als dies bei mit Holzkohle betriebenen der Fall ist. Diese Theorie ist ganz richtig, allein der Schluß auf größeren Brennmaterial-Verbrauch ist falsch; denn um dem Gebläsewind eine größere Oberfläche der zu verbrennenden Kohle

Digitized by Google

darzubieten, genügt es, die Dimensionen des Hohofengestelles zu vergrößern, ohne daß es nöthig wäre, den Ersatz auf eine bestimmte Menge Brennmaterial zu vermindern.

Zur richtigen Erkennung der Einflüsse, welche in dem vorliegenden Falle zur Wirkung kommen, ist es nothwendig, den Gegenstand von einer anderen Seite zu beleuchten. Vor allen Dingen steht fest und muß hervorgehoben werden, daß für eine gegebene Menge Brennmaterial das Gestell eines Holzkohlen-Hohofens wärmer ist als dasjenige eines Coaks- oder Anthracit-Hohofens, und daß ferner in einem Anthracit-Hohofen eine verhältnißmäßig größere Menge Brennmaterial das Gestell erreicht als in einem Coaks- oder Holzkohlen-Hohofen. Die Erklärung für diese Thatsachen liegt ausschließlich in dem verschiedenen Grade von Brennbarkeit der genannten Materialien. Im Allgemeinen kann man den Grundsatz aufstellen, daß unter gegebenen Verhältnissen dasjenige Brennmaterial am besten seinen Zweck erfüllt, welches in der Zeiteinheit die größte Menge Sauerstoff aufnimmt, oder mit anderen Worten, der Werth eines Brennmaterials steht im umgekehrten Verhältnisse zu dem Sauerstoffgehalt des Gases, bei welchem es noch zu verbrennen im Stande ist.

Dies vorausgeschickt, wollen wir die Erscheinungen, welche beim Eintritt atmosphärischer Luft in glühendes Brennmaterial statthaben, etwas näher betrachten. Unsere Luft ist bekanntlich ein Gemisch von 23 Percent Sauerstoff mit 77 Percent Stickstoff, und ihr Sauerstoffgehalt genügt, um bei einer großen Anzahl brennender Körper die Verbrennung zu unterhalten; dagegen kann nicht bestritten werden, daß je nach der Natur des Brennmaterials die Verbrennung eine mehr oder weniger heftige ist. So wissen wir, daß Holzkohlen sehr leicht durch einige brennende Hobelspäne entzündet werden können, während Anthracit zu demselben

Digitized by Google

Zwecke schon eines recht lebhaften Kohlenfeuers bedarf. Umgekehrt ist bekannt, daß die atmosphärische Luft, wenn ihr nur wenige Percent Kohlensäure beigemengt sind, die Flamme einer Kerze nicht mehr zu unterhalten vermag. Hieraus folgt, daß die in dem Hohofen eingeblasene Luft den größeren Theil ihres Sauerstoffes unmittelbar vor der Form abgiebt und die mittlere Partie des Gestelles in einem Zustande erreicht, wo zur weiteren Sauerstoffaufnahme schon ein recht lockeres Brennmaterial gehört, wie wir solches in der Holzkohle besitzen. Demnach erklärt sich leicht die höhere Temperatur der Gestelle von Holzkohlen-Hohöfen.

Je größer die Menge Kohlenstoff ist, welche innerhalb eines gegebenen Raumes in der Zeiteinheit verbrennt, oder mit anderen Worten, je kleiner der Weg ist, welchen der Wind im Hohofen behufs Abgabe seines Sauerstoffgehaltes zu durchlaufen hat, um so höher ist die erzeugte Temperatur. Da Holzkohle in Folge ihrer porösen Structur in dieser Beziehung sowohl Coaks als Anthracit übertrifft, so ist ihr Vorrang vor den beiden letztgenannten Brennmaterialien unleugbar, denn ihre Verbrennung findet fast ausschließlich unterhalb der Schmelzzone statt, was, wie wir gleich sehen werden, vom wesentlichsten Einflusse auf den Brennmaterial-Verbrauch im Hohofen ist.

In Anthracit-Hohöfen ist der Vorgang wesentlich anders. Unmittelbar nach dem Eintritte der Gebläseluft findet hier wohl auch eine intensive Verbrennung statt; allein nachdem der Sauerstoffgehalt der ersteren auf ein gewisses Maß herabgemindert ist, geht eine weitere Abgabe nur fast allmählich und größtentheils erst in höheren Ofenregionen vor sich. Der Vortheil dadurch erzeugter höherer Temperatur wird durch die Eigenschaft der darüber liegenden Kohlenschichten, auf die hoch erhitzten kohlensauren Gase reducirend

Digitized by Google

zu wirken, mehr als ausgeglichen. Beim Eintritt der Gebläseluft in das Hohofengestell hat dieselbe in Folge der Lage der Düsen und Formen eine horizontale Richtung, wird aber durch die verticale Achse des Ofens sehr bald aufwärts gezogen, so daß die Resultante eine Curve in verticaler Ebene bildet, wodurch der Windstrom mehr oder weniger von dem Eindringen in das Gestellmittel abgelenkt wird. Dies trägt dazu bei, daß bei sehr dichtem Brennmaterial, wie Anthracit, um so eher im Gestellmittel eine wenig oder gar nicht brennende Säule sich befinden kann, welche abkühlend auf die Schmelzmasse wirkt.

Die Mittel, um bei verhältnißmäßig dichtem Brennmateriale möglichst vortheilhaft zu hütten, beschränken sich darauf, daß man die Höhe und Weite des Ofenschachtes vergrößert, die Temperatur der Gebläseluft erhöht und die Gestelle recht weit macht. Die beiden ersteren Mittel bewirken durch erhöhte Temperatur der zur Verbrennung gelangenden Elemente eine intensivere chemische Vereinigung, während das letzte der Verbrennungsluft einen längeren Aufenthalt im Gestelle gestattet und eine größere Oberfläche an Brennmaterial darbietet. Das Verhalten der Beschickungsmaterialien im Hohofen harmonirt übrigens genau mit den vorhergehenden Schlüssen. Sowohl Eisenerze als Zuschlag schmelzen im Innern des Hohofens, während das Brennmaterial seine feste Form bis zu dem Punkte bewahrt, wo es zur Verbrennung gelangt. Das in den Erzen enthaltene Eisen wird in irgend einer Zone des Ofens zu Eisenschwamm verwandelt und gelangt in diesem Zustande wahrscheinlich bis dorthin, wo es dem frisch gebildeten hoch erhitzten Kohlenoxydgas begegnet, um dort zu schmelzen. Wenn die Gangart des Erzes ein leichtflüssiges Silicat ist, so schmilzt dieselbe schon in den oberen Regionen des Ofenschachtes

Digitized by Google

und überläßt in der eigentlichen Schmelzzone den heißen Gasen nur das Flüssigmachen des Eisenschwammes. Sind dagegen die Gangmittel strengflüssiger Natur, so gehen dieselben unverändert mit dem Eisenschwamme bis zur Schmelzzone nieder und nehmen dort die heißen Gase neben der Schmelzung des Eisens auch zu ihrer eigenen in Anspruch, was natürlich an dieser Stelle, im Vergleiche mit dem erstgenannten Falle, eine Herabmindernng der Temperatur zur Folge hat. Derjenige Ofenraum nun, welcher zwischen der Schmelzzone und dem sogenannten Eisenkasten liegt, d. h. demjenigen Theile des Gestelles, wo sich das geschmolzene Eisen und die Schlacke ansammeln, ist ausschließlich mit Brennmaterial angefüllt. Die Menge, beziehentlich die Höhe der hier lagernden Kohlenschicht, welche unter dem Einflusse der eindringenden Gebläseluft daselbst verbrennt, bedingt die Temperatur des Gestelles und ist abhängig von der Menge Sauerstoff, welche in der Secunde im Gestell verbrannt wird, dem Verhältniß von Erz zum Kohlenstoff des Brennmaterials und der relativen Schmelzbarkeit der Gangart in den Erzen. Ein schwer schmelziges Erz wird demnach die Höhe dieser Brennmaterialschichte vermindern, und die aus dem Gestelle aufsteigenden heißen Gase werden, wenn sie nicht an Menge zunehmen, nicht mehr im Stande sein, ihr Schmelzvermögen über einen eben so großen Raum auszudehnen, als wenn die Gangart der Erze schon in höher gelegenen Ofenregionen geschmolzen worden ist. Schwerschmelzige Erze haben daher den doppelten Nachtheil, daß sie zunächst wegen der erforderlichen höheren Temperatur mehr Brennmaterial erheischen und außerdem die Kohlenschicht im Gestelle vermindern, wodurch der Gebläseluft eine kleinere Oberfläche zur Verbrennung dargeboten wird. Um daher die Schmelzzone in demselben Umfange wieder her-

Digitized by Google

zustellen, welchen sie bei leichtflüssigen Erzen hat, ist eine größere Menge Brennmaterial im Verhältniß zu dem aufgegebenen Eisensteine erforderlich. Genau dasselbe Resultat wird erzielt durch die Verhüttung von dichtem Brennmaterial, letzteres nimmt für eine gegebene Höhe der im Gestelle vorhandenen Kohlensäule weniger Sauerstoff auf, erzeugt also weniger Hitze und der Umfang der Schmelzzone wird dadurch vermindert.

Nach der vorstehenden Auseinandersetzung gelangt man zu dem für den Hüttenmann gewiß unerhörten Schluß, daß für den Hohofenbetrieb das leichteste Brennmaterial das beste ist. Die Verhüttung der Holzkohle im Gegensatze zum Anthracit liefert dafür den schlagendsten Beweis, und trotzdem giebt man sich alle Mühe, um möglichst dichte Coaks herzustellen, unter dem Vorwande, daß leichte schwammige Coaks zu einer vortheilhaften und billigen Roheisen-Production nicht geeignet seien. In der Regel beschränkt sich die Begründung dieser angeblichen Thatsache auf die Behauptung, daß leichte Coaks die Erzcharge nicht tragen können und im Hohofen zerdrückt werden. Dies Alles ist ein Märchen aus alter Zeit, und es liegen zu schlagende Beweise vor, welche von dem Gegentheile überzeugen. Die häufig in den oberen Partien von Hohofenschächten angesammelten pulverförmigen Kohlenmassen haben vielleicht zu dem falschen Schlusse beigetragen, während doch heute erwiesen ist, daß dieselben nur ein auf chemischem Wege erzeugtes Product des Hohofens selbst sind. Unter unseren Betriebsführern von Holzkohlen-Hohöfen finden wir sogar solche, welche halb verkohltes Holz mit 25 bis 30 Percent Gasen der angebrannten Kohle vorziehen, weil sie vortheilhafter damit hütten, und wenn man in Erwägung zieht, daß oft in einem Hohofengestelle nach monatelangem Betriebe unverbrannte Stücke von Holz-

Digitized by Google

kohlen vorhanden sind, so spricht dies gewiß nicht für deren zu große Zerreiblichkeit.

Den obigen Schlußfolgerungen steht allerdings die Thatsache im Wege, daß unsere Hohöfner wirklich mit dem dichtesten Coaks am vortheilhaftesten hütten; die Beweiskraft desselben wird indessen wesentlich abgeschwächt, wenn wir an den Umstand erinnern, daß die sogenannte magere Kohle, welche lockerer Coaks liefert, in der Regel sehr schiefrig ist und deshalb den Aschengehalt der Coaks bedeutend in die Höhe treibt. Unsere bis heute betriebenen Kohlenwäschen sind noch zu mangelhaft, um diesen Aschengehalt auf das nöthige Maß herabzudrücken, und wie bedeutend der Unterschied zwischen einem Coaks mit beispielsweise 10 Percent und einem solchen mit 20 Percent Asche für den Hohofenbetrieb ist, braucht nicht erst erläutert zu werden. Abgesehen von den dadurch herbeigeführten Uebelständen: größeren Brennmaterial-Verbrauches, geringerer Production und schlechterer Qualität des Productes, ist namentlich die Gefahr für die Existenz des Hohofens hervorzuheben, welche dadurch entsteht, daß die stets sehr saure Coaksasche zu ihrer Neutralisation einen sehr hohen Kalkzuschlag erfordert, welcher erst nach der Verbrennung der Coaks, also sozusagen auf der Gestellsohle, zur Wirksamkeit kommt und deshalb während seines Niederganges durch den Hohofen alle Uebelstände einer Kalküberfetzung und dadurch die stete Gefahr einer Kalkverstopfung in sich schließt.

Wenn es dagegen gelingt, leichte Coaks mit dem nöthigen Grade von Reinheit darzustellen, so wird ohne Zweifel das finanzielle Resultat des Hohofen-Betriebes durch deren Verhüttung gewinnen, dies umsomehr, da einestheils das Vorkommen derjenigen Kohlenpartien, welche zur Herstellung leichter Coaks geeignet sind, bedeutend vorherrscht,

Digitized by Google

und außerdem, weil diese Kohle in Coaksöfen durchwegs ein höheres Ausbringen liefert.

Ueber die Ausführung von Heizversuchen im Dampfkesselbetriebe schreibt Ferd. Fischer Folgendes:

Smeaton scheint zuerst die Verdampfungskraft der Steinkohle im Großen bestimmt zu haben; er fand im Jahre 1772, daß 1 Kilogramm Kohle 7·88 Kilogramm Wasser von 100 Grad verdampfte. Die folgenden Versuche von Ormesson, Garnier u. A. ergaben nur durchaus unbrauchbare Resultate, während die Heizversuche von Johnson, sowie die von dela Beche und Playfair bereits mit großer Sorgfalt ausgeführt sind, wegen Nichtbeachtung der Verluste durch die Rauchgase aber doch nur einen beschränkten Werth haben. Dasselbe gilt von den mit so großem Aufwande an Geld und Arbeit ausgeführten Versuchen von Brix, welcher zwar genau Barometerstand, Windrichtung, Beschaffenheit des Wetters u. dgl. angiebt, dagegen die Rauchgase nicht untersucht hat, weil der dafür angeschaffte Apparat in der That völlig unbrauchbar war. Bedenklich ist auch die geringe Menge der zu einem Versuche angewendeten Brennstoffe, die nur 150 bis 400 Kilogramm (bei Holz und Torf bis 600 Kilogramm) betrug, während man zum Anheizen des Kessels bis 145 Kilogramm Holz benützte. So wurden z. B. 45 Kilogramm zum Anheizen und nur 150 Kilogramm des zu untersuchenden Brennstoffes verwendet.

Mehr Vertrauen verdienen die an einem Betriebskessel ausgeführten Versuche von Harting, für die je 1500 Kilogramm verwendet wurden. Leider sind aber die Temperaturen der abziehenden Gase mangelhaft und zu selten bestimmt (innerhalb 24 Stunden meist nur zwei- bis dreimal), die Zusammensetzung derselben ist aber gar nicht berücksichtigt. Immerhin sind die Ergebnisse dieser Arbeit

Digitized by Google

insoferne werthvoll, als sie zeigen, daß beim praktischen Dampfkesselbetrieb 42 bis 71 Percent der aus der Elementar-Analyse der Kohlen berechneten theoretischen Heizkraft für die Dampfbildung nutzbar gemacht werden. Brix hatte mit seinem Versuchskessel für Steinkohlen 52 bis 75 Percent gefunden; ähnlich Johnson, Playfair und C. v. Hauer, so daß demnach Stein annimmt, der praktische Nutzwerth der Kohlen betrage zwei Drittel des aus ihrer Zusammensetzung berechneten Brennwerthes. Weinlig fand 40 bis 73 Percent.

Scheurer-Kestner hat das Verdienst, zuerst gezeigt zu haben, wie die einzelnen Wärmeverluste bei Dampfkessel-Feuerungen bestimmt werden können. Leider war die Untersuchung der Rauchgase, wie bereits gezeigt, noch mangelhaft, so daß die gefundenen Werthe nicht zuverlässig sind. Dasselbe gilt von den Versuchen Weinhold's, der außerdem unrichtige Zahlen für die specifische Wärme der Verbrennungsgase gewählt hat. Leider sind auch bei den von R. Weinlig mit so großer Sorgfalt ausgeführten Verdampfungsversuchen die Rauchgase von Alberti und Hempel nach einer geradezu unglücklichen Methode untersucht (daß die Rauchgas-Analysen nicht richtig sind, ergiebt sich auf den ersten Blick aus den mitgetheilten Zahlen), so daß die erhaltenen Resultate zwar von großem praktischen Werthe sind, nicht aber eine Trennung und Bestimmung der einzelnen Verlustquellen zulassen. Wie sehr verschieden aber die Resultate sein können, wenn diese Verluste, namentlich die durch die abziehenden Rauchgase herbeigeführten, nicht genau berücksichtigt werden, zeigen die von der Industrie-Gesellschaft in Mülhausen seit dem Jahre 1860 ausgeführten Preisheizversuche. Die betreffenden Heizer sind vorher nach einem gleichen System unterrichtet und haben dann an dem

Digitized by Google

gleichen Kessel längere Zeit den Herd zu bedienen. Es wird die Menge der verbrauchten Brennstoffe, deren Rückstände und die erhaltene Dampfmenge bestimmt. Nachfolgende Tabelle zeigt die Mittelwerthe der so erhaltenen Resultate:

Jahrgang	Aschengehalt der Kohle	Von 1 Kilogr. verdampfte Wassermenge		Percentischer Unterschied in der Leistung der Heizer
		bei 10 Perc. Aschengehalt	f. brennbare Substanz	
1861	9·6	6·93	7·68	15·3
1862	10·8	7·59	8·35	4·2
1863	12·4	7·43	8·25	18·7
1864	13·3	7·55	8·39	10·4
1865	21·6	7·67	8·51	9·6
1866	20·9	6·47	7·18	28·2
1867	17·7	7·64	8·48	16·6
1868	11·0	7·41	8·22	7·5
1869	16·1	7·24	8·02	8·0
1873	23·4	8·40	9·33	—
1874	17·1	8·31	9·22	7·1
1875	18·4	9·03	10·02	10·0
1877	7·6	8·74	9·69	8·5

Der Unterschied in den Leistungen der einzelnen Heizer beträgt also bis 28 Percent. Ja, als im Jahre 1863 drei der Heizer sich einer regeren Concurrenz unterwarfen, verdampften sie mit 1 Kilogramm aschenreiner Kohle 8·45, 8·24 und 8·17 Kilogramm Wasser, unmittelbar vorher, also unter genau denselben Verhältnissen aber nur 7·37, 7·37 und 7·30 Kilogramm. Wenn solche Unterschiede durch gleichmäßig gut geschulte Heizer an derselben Kesselanlage und mit denselben Brennstoffen vorkommen, welche wohl nur auf die Beschaffenheit der abziehenden Rauchgase zurückzuführen sind, so wird man zugeben, daß der Werth der Versuche von Hallauer, Ehrhardt, Strupler, Teich-

Digitized by Google

mann, Hugentobler und Münter, bei denen nur die Temperaturen bestimmt sind, und mehr noch die der Versuche von Smiths, Stammer, Williams, Sauerwein, Priesmann, Thometzek, Schmeltzer, R. Schneider, Isherwood von der kaiserlichen Werft zu Wilhelmshaven u. A., bei denen selbst die Temperatur gar nicht oder doch sehr mangelhaft berücksichtigt ist, in keinem Verhältnisse zu dem Aufwande an Arbeit und Geld stehen, welchen sie erfordert haben. Nur wenn die Ursachen der einzelnen Verluste genau und unter den verschiedensten Verhältnissen festgestellt werden, können solche Heizversuche ihren Hauptzweck erfüllen; für die Construction und Wartung der Dampfkessel-Feuerungen die erforderlichen Anhaltspunkte zu geben, wie diese Verluste vermieden oder doch möglichst vermindert werden können.

Bei der Ausführung von Heizversuchen mit Dampfkesseln — sei es, daß dadurch die Beschaffenheit der Dampfkessel-Feuerung, sei es, daß der Heizwerth eines Brennstoffes festgestellt werden soll — ist zu bestimmen, wie viel Wasser mit 1 Kilogramm des Brennstoffes verdampft wird.

Die Menge des dem Dampfkessel während des Versuches zugeführten Wassers ist leicht durch Wiegen oder Messen festzustellen. Schwieriger ist es zu erreichen, daß nach Beendigung des Verdampfungsversuches im Kessel genau dieselbe Wassermenge vorhanden ist, als bei Anfang desselben. Selbst bei Berücksichtigung der Ausdehnung des Kessels und des Wassers werden hier leicht Fehler gemacht, welche nur durch längere Dauer der Versuche, wie sie z. B. Hartig und Weinlig ausführten, unmerklich werden.

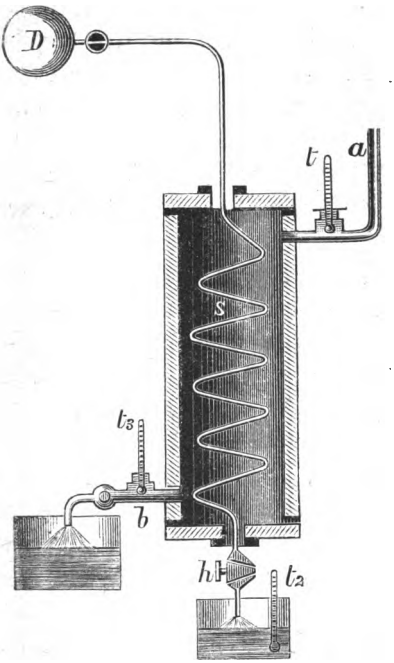
Die Menge des zugeführten Speisewassers darf aber noch nicht als wirklich verdampft angesehen werden, da der Dampf aus verschiedenen Dampfkesseln oft erhebliche Wasser-

Digitized by Google

mengen (bis 20 Percent) mit sich fortreißt, falls keine Dampftrockner angewendet werden.

Den Wassergehalt des Dampfes bestimmt Hallauer aus der durch die Condensation einer bestimmten Dampfmenge frei werdenden Wärme; ebenso Hugentobler.

Fig. 21.



Diese von Hirn angegebene Methode leidet nach C. Linde an dem Fehler, daß sehr feine Wägungen eines schweren Calorimeters nöthig sind, so daß der Versuch nur dann richtige Resultate geben kann, wenn genaue physikalische Instrumente zur Verfügung stehen. Derselbe hat daher statt eines Einspritzcondensators einen Oberflächencondensator angewendet.

Der Apparat (Fig. 21) besteht aus einem geschlossenen cylindrischen Gefäße, welches in eine Wasserleitung a b eingeschaltet wird. In diesem Gefäße befindet sich eine Kühlschlange s, welche durch einen Hahn mit der Dampfleitung D in Verbindung gesetzt ist. Die Spirale ist am unteren Ende mit einem Hahn h zum Ablassen der condensirten

Digitized by Google

Mischung versehen, mit welchem gleichzeitig die Menge des zu untersuchenden Dampfes geregelt werden kann. Die Temperaturen des Kühlwassers, beim Eintritt in den Apparat und Austritt aus demselben, sowie der condensirten Mischung werden fortlaufend an den Thermometern t, t_2 und t_3 abgelesen. Wärmeverluste durch Leitung und Strahlung sind durch sorgfältige Einhüllung des ganzen Apparates möglichst vermieden. Durch Oeffnen des Hahnes an der Dampfleitung tritt die Mischung in die Kühlschlange ein und verflüssigt sich dort; die hierdurch frei werdende Wärme wird von dem Kühlwasser aufgenommen und kann durch Messung der gesammten Kühlwassermenge und Berechnung der Mittelwerthe aus den Ablesungen t und t_2 ermittelt werden. Die austretende Mischung wird ebenfalls gemessen und der Mittelwerth aus den Thermometer-Ablesungen t_3 berechnet.

Linde hat bis jetzt mit dem Apparate sehr eigenthümliche Resultate gefunden, aus denen er schließt, daß die Angaben der elsässischen Ingenieure nicht richtig sein können. Er fand nämlich bei einer Reihe von Versuchen genau trockenen, gesättigten Dampf, aus dem Condensationsproceß der Dampfmaschine aber einen Wassergehalt des Dampfes von 7 bis 12 Percent. Er erklärt dies daraus, daß der Dampf in der Richtung des Hauptrohres an der Mündung des rechtwinklig angesetzten Dampfröhrchens vorbeiströmt und somit rechtwinklig abgelenkt werden muß. Das mitgerissene Wasser geht nun vermöge seines größeren specifischen Gewichtes einfach an der Oeffnung vorbei und es geht nur der rein gesättigte Dampf hinein. Es bleibt also nichts übrig, als das Rohr in die Richtung des Hauptrohres umzubiegen. Aber auch da wird der Versuch nur dann richtig sein, wenn das Verhältniß der beiden Rohrquerschnitte dasselbe ist, wie das Verhältniß der Dampfmengen in beiden

Digitized by Google

Rohren; denn wenn das Dampfröhrchen einen verhältnißmäßig größeren Querschnitt hat, so wird sämmtliches Wasser, welches in dasselbe eintritt, mitgehen, während der Dampf sich natürlich nach der Menge, welche der Hahn durchläßt, regelt. Linde glaubt daher, daß diese Methode, von der man sich so viel versprochen hat, sehr mißlich ist und große Sorgfalt erheischt. Für vollkommen zuverlässig hält er sie vorläufig nur dann, wenn die Condensation und Messung sich auf die gesammte Dampfmenge erstreckt, was natürlich nur bei kleinen oder bei solchen Kesselanlagen durchführbar erscheint, welche speciell zu Versuchszwecken eingerichtet sind.

Knight und in fast gleicher Weise Guzzi füllen ein Kupfergefäß mit dem zu untersuchenden Dampfe und bestimmen den Wassergehalt durch Wägung. Es ist aber zweifelhaft, ob der in dem Gefäße abgesperrte Dampf denselben Wassergehalt hat als der aus dem Kessel entweichende.

Einfacher und zuverlässiger als diese Verfahren ist es jedenfalls, eine beliebige Dampfmenge zu condensiren und in dem erhaltenen Wasser Chlor, Schwefelsäure oder sonst einen leicht nachweisbaren Bestandtheil des Kesselwassers zu bestimmen, woraus sich sofort das Verhältniß von Dampf und mitgerissenem Wasser ergiebt.

Die Menge des verwendeten Brennstoffes wird einfach durch Wägung bestimmt. Da es aber sehr schwierig ist, festzustellen, ob der Kessel und das Mauerwerk nach dem Versuche genau dieselbe Wärmemenge enthalten als vorher, so müssen auch aus diesem Grunde die Versuche möglichst lange dauern. Solche von nur 3 bis 5 Stunden Dauer, wie sie z. B. neuerdings in Wilhelmshaven und von Escher ausgeführt wurden, verdienen daher wenig Vertrauen.

Von nur geringer Bedeutung kann es aber sein, zu bestimmen, welchen Heizwerth der vorliegende Brennstoff

Digitized by Google

für eine Dampfkesselanlage in ihrem gegenwärtigen Zustande und unter den augenblicklichen Verhältnissen hat, da diese mit jedem Tage wechseln, wie bereits erwähnt wurde. Es ist vielmehr festzustellen, wie viel von der Wärme, die der Brennstoff überhaupt liefern kann, nicht zur Dampfbildung verwerthet und wodurch dieser Verlust veranlaßt wird. Als solche Verlustquellen sind aber zu betrachten:

1. unvollkommene Verbrennung; 2. die Wärmemengen, die mit den festen Verbrennungsrückständen vom Roste entfernt werden; 3. jene, welche in Folge der höheren Temperatur der Rauchgase in den Schornstein entweichen; 4. Leitung und Strahlung.

Wird der Kesselfeuerung nicht die zur völligen Verbrennung erforderliche Menge Sauerstoff mit der atmosphärischen Luft zugeführt, oder werden die aus dem Brennstoff entwickelten Gase vor ihrer Vereinigung mit dem Sauerstoff unter ihre Entzündungstemperatur abgekühlt, so scheidet sich Ruß ab und die Rauchgase enthalten Kohlenoxyd, seltener Kohlenwasserstoffe. Während der Verlust durch Rußbildung kaum mehr als ein Percent betragen kann, ist derjenige durch Kohlenoxydbildung zuweilen sehr erheblich. Thompson giebt an, daß bei 42 Dampfkesseln 42 Percent des gesammten Brennwerthes durch Kohlenoxydbildung und 12 Percent durch Leitung und Strahlung verloren gingen. Leider ist die Art der Untersuchung, nach der in den Rauchgasen 8 Percent Kohlensäure, 9 Percent Sauerstoff und 8 Percent Kohlenoxyd enthalten gewesen sein sollen, nicht angegeben, auch keine Rücksicht auf die Temperatur genommen, so daß die Angaben sehr zweifelhaft sind.

Cailletet meint, auch in Dampfkessel-Feuerungen kämen so bedeutende Dissociationswirkungen vor, daß selbst noch bei 500 Grad in den Zügen Kohlenoxyd sich mit dem

Digitized by Google

Sauerstoff vereinige, diese Rauchgase daher rasch abgekühlt eine andere Zusammensetzung hätten, als langsam abgekühlt. Ich habe dagegen die Gase meist durch ein kurzes Glasrohr mit daran sitzendem Gummischlauch angesaugt, welcher doch sicher zerstört würde, wenn innerhalb desselben noch Kohlenoxyd verbrannt wäre.

Bei einer Dampfkesselanlage, welche Piesberger Anthracit verfeuert, gab die Untersuchung der Rauchgase z. B. folgendes Resultat:

Nr.	Zeit		Kohlensäure	Kohlenoxyd	Sauerstoff	Stickstoff	Temperatur	Bemerkungen
	Uhr	M.					°C.	
1	6	20	15·2	9·1	—	75·7	212	6. Juni 1878. Altes Feuer, Schieber fest geschlossen.
2	6	30	14·0	11·5	—	74·5	—	
3	6	45	17·1	4·9	—	78·0	225	Nachdem d. Schieber geöffnet wurde.
4	6	55	10·9	--	9·1	80·0	—	Thür offen.
5	7	—	14·1	11·2	—	74·7	220	Thür wieder geschlossen.
6	7	15	3·6	—	16·8	79·6	—	Thür ganz offen. Rost vorn frei gelegt.
7	7	25	14·9	—	5·1	80·0	—	Nachdem frisch aufgeworfen.
8	7	35	16·8	Spur	3·1	80·1	—	Gase v. d. Feuerbrücke entnommen.
9	7	30	15·3	8·4	—	76·3	210	7. Juni Morgens. Schieber offen.
10	7	40	14·8	9·6	—	75·6	—	Schieber halb offen.
11	7	55	16·8	6·2	—	77·0	—	Schieber geschlossen.
12	8	5	16·0	7·2	—	76·8	—	
13	8	15	15·8	8·1	—	76·1	190	Nun wurde Wasserdampf unter
14	8	25	16·4	6·8	—	76·8	—	den Rost geleitet.
15	8	35	15·0	9·5	—	75·5	—	
16	8	50	14·0	—	—	—	180	
17	8	58	13·1	12·5	—	74·4	—	
18	9	15	17·8	4·1	—	78·1	—	Nachdem Wasserdampf wieder abgeschlossen und der Schieber etwas geöffnet war, um das Feuer wieder in Gang zu bringen.
19	8	55	11·1	15·8	--	72·8	179	18. August. Schieber geschlossen.
20	9	10	11·8	15·2	—	73·0	185	Schieber halb geöffnet. 8 Millimeter Zug.
21	9	25	11·9	14·9	—	73·2	194	
22	9	40	12·2	14·2	—	73·6	202	

Digitized by Google

Bezeichnet man das Gewicht der einzelnen Gemengtheile eines Gases mit g, g_1 . . . gn und ihre Verbrennungswärme mit w, w_1 . . . wn, so ist die Verbrennungswärme des Gasgemisches

$$W = \frac{w g + w_1 g_1 + \ldots + wn\, gn}{g + g_1 + \ldots + gn} = \frac{\Sigma w g}{\Sigma g}.$$ Da aber der Anthracit ohne jede Rußabscheidung und Flamme brennt, so kann hier von Kohlenwasserstoffen nicht wohl die Rede sein, so daß nur das Kohlenoxyd in Frage kommt. Die Analysen 19 bis 22 geben nun im Durchschnitt:

Kohlensäure (CO_2)	11·8 Percent
Kohlenoxyd (CO)	15·0 »
Stickstoff	73·2 »

Um dieses Volumverhältniß in Gewichtsverhältnisse umzurechnen, bedient man sich folgender Tabelle, welche nach Regnault und Lasch die Gewichte von 1 bis 9 Kubikcentimeter der Gase bei Null Grad und 750 Millimeter für Berlin enthält:

	Kubikcentimeter und Gramm								
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Atmosph. Luft	1293·6	2587	3881	5175	6468	7762	9055	10349	11643
Sauerstoff .	1430·3	2861	4291	5721	7151	8582	10012	11442	12872
Stickstoff . .	1256·6	2513	3770	5026	6283	7540	8796	10053	11309
Wasserdampf	804·8	1610	2414	3219	4024	4829	5633	6438	7243
Kohlensäure	1978·1	3956	5934	7912	9891	11869	13847	15825	17803
Kohlenoxyd .	1259·3	2519	3778	5037	6296	7556	8815	10074	11334

Danach wiegen also 10 Kubikmeter Kohlensäure 19·781 Gramm, 1 Kubikmeter 1978·1 und 0·8 = 1582·5 Gramm, oder 11·8 Kubikmeter = 23·342 Gramm, oder 23·34 Kilogramm, 15 Kubikmeter Kohlenoxyd 18·89 Kilogramm und 73·2 Kubikmeter Stickstoff 91·98 Kilogramm.

Digitized by Google

100 Kubikmeter des Gasgemisches, demnach 134·21 Kilogramm. Ferner geben 12 Kilogramm Kohlenstoff 28 Kilogramm oder 22 Kubikmeter, 3 Kohlenoxyd und 44 Kilogramm oder 22 Kubikmeter, 3 Kohlensäure (nach Staß 27·96 Kilogramm und 43·92 Kilo); statt der 18·89 Kohlenoxyd würden demnach 29·67 Kilogramm Kohlensäure gebildet sein, wenn die Verbrennung eine vollständige gewesen wäre. Nun enthielt die verwendete Kohle 80 Percent Kohlenstoff, 1 Kilogramm gab demnach bei vollständiger Verbrennung 2·93 Kilogramm oder 1·487 Kubikmeter Kohlensäure, im vorliegenden Falle aber $\frac{2·93 \times 23·34}{23·34 \times 29·67} = 1·29$ Kilogramm Kohlensäure, $\frac{2·93 \times 18·80}{53·01} = 1·043$ Kilogramm Kohlenoxyd und $\frac{2·93 \times 91·98}{53·01} = 5·09$ Kilogramm Stickstoff.

Dasselbe Resultat erhalten wir durch folgende Erwägung. Da 1 Volum Kohlenoxyd bei der Verbrennung auch 1 Volum Kohlensäure giebt, so gab 1 Kilogramm Kohle $= \frac{1·487 \times 11·8}{11·8 + 15·0} = 0·655$ Kubikmeter oder 1·29 Kilogramm Kohlensäure, $\frac{1·487 \times 15}{26·8} = 0·832$ Kubikmeter oder 1·043 Kilogramm Kohlenoxyd und $\frac{1·487 \times 73·2}{26·8} =$ 4·06 Kubikmeter oder 5·1 Kilogramm Stickstoff. Somit folgt:

	Volumverhältniß	Gewichtsverhältniß	1 Kilogr. Kohle giebt Kubikmeter	Kilogr.
Kohlensäure . .	11·8	23·34	0·655	1·29
Kohlenoxyd . .	15·0	18·89	0·832	1·04
Stickstoff . . .	73·2	91·98	4·060	5·10
			5·547	7·43

Digitized by Google

Da nun 1 Kilogramm Kohlenoxyd beim Verbrennen zu Kohlensäure 2403 Calorien entwickelt, so hatten hier 100 Kubikmeter der entweichenden Gase einen Brennwerth von 45·393 Calorien und der Verlust durch Kohlenoxydbildung beträgt für 1 Kilogramm Kohle 2505 Calorien oder 35 Percent des Gesammtbrennwerthes von etwa 6700 Calorien. Uebrigens muß hervorgehoben werden, daß diese Kesselanlage bis jetzt die einzige ist, bei welcher ich eine irgend wie erhebliche Kohlenoxydbildung habe nachweisen können; alle übrigen arbeiteten mit einem großen Luftüberschuß. Zu berücksichtigen ist ferner, daß kleine Kohlenstückchen durch den Rost fallen können und die entfernten Schlacken oft noch nicht ausgebrannte Kohlen enthalten. Der dadurch entstehende Verlust beträgt nicht selten 5 bis 8 Percent. Bei Verwendung von Steinkohlen ist es vortheilhaft, diese Rückstände gegen Ende der Arbeitszeit nochmals auf den Rost zu bringen; Braunkohlen brennen im Aschenfall völlig aus.

Die Wärmemenge, welche dadurch für die Dampfbildung verloren geht, daß die festen Verbrennungsrückstände mit einer höheren Temperatur, als die atmosphärische Luft hat, vom Rost entfernt werden, braucht nur bei wissenschaftlich genauen Versuchen ermittelt zu werden. Selbst wenn die Schlacken 800 Grad haben sollten — was gewöhnlich nicht der Fall ist, da sie unmittelbar auf dem Rost liegen — so ergiebt sich bei 10 Percent Aschengehalt und 0·25 specifische Wärme für 1 Kilogramm Kohle nur 20 Calorien. Gelangen die Rückstände aber in den Aschenfall, so wird dieser Verlust unmerklich, da die Wärme derselben größtentheils auf die in das Feuer eintretende atmosphärische Luft übertragen wird.

Die Wärmemenge, welche durch die höhere Temperatur der entweichenden Rauchgase verloren geht, ist oft sehr

Digitized by Google

bedeutend und durchwegs viel größer, als für gewöhnlich angenommen wird, oder für die Erhaltung des Zuges in den Schornsteinen erforderlich wäre. Zur Feststellung der Größe dieses Verlustes muß man die Menge der Rauchgase und ihre Temperatur genau bestimmen.

Um die Menge der abziehenden Rauchgase zu bestimmen, hat man wohl mittelst Anemometer die in die Feuerung tretende atmosphärische Luft gemessen. Abgesehen von der schwierigen Ausführung dieses Verfahrens, sind die erhaltenen Resultate nicht zuverlässig, da einerseits eine genaue Messung der Luft unter diesen Verhältnissen bis jetzt nicht ausführbar ist (wegen Reibungswiderständen, Temperaturdifferenzen u. dgl.), andererseits schwerlich jemals ein Kesselmauerwerk völlig luftdicht ist, die durch dasselbe eindringende Luft aber nicht direct gemessen werden kann.

Linde will in ähnlicher Weise wie Marozeau aus der von einem großen Dampfkessel auf das Speisewasser übertragenen Wärmemenge W und der im Vorwärmer abgegebenen Wärme W_2, sowie aus der Temperatur der Rauchgase t_2 zwischen Kessel und Vorwärmer und t_3 hinter dem Vorwärmer sowohl die Gesammtmenge L der Rauchgase, als auch die Temperatur im Feuerraum t_1 berechnen mittelst der Gleichungen

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{t_1 - t_2}{t_2 - t_3} \text{ und } W_2 = Lc\,(t_2 - t_3),$$

wobei c die specifische Wärme ausdrückt, folglich

$$L = \frac{W_2}{c\,(t_2 - t_3)}.$$

Zur näheren Erläuterung dieser Methode mit zwei Calorimetern mögen folgende zwei Versuche angeführt werden. Beim ersten wurde das erste Calorimeter durch 8 Dampfkessel mit zusammen 400 Quadratmeter Heizfläche,

Digitized by Google

das zweite Calorimeter durch einen Vorwärmer von 270 Quadratmeter Heizfläche dargestellt; beim zweiten wurde ein Kessel ausgeschaltet. Verbrannt wurden Perzberger Kohlen mit nur 40 Percent Kohlenstoff.

	8 Kessel	7 Kessel
Speisewasserverbrauch, Kilogramm	47265	28326
Wassergehalt des Dampfes, Percent	7·95	12·25
Mittlerer Dampfüberdruck, Atmosph.	5·18	6·50
Speisetemperatur beim Eintritt in den Vorwärmer, Grad C. . . .	30·75	33·97
Desgleichen beim Austritt, Grad C	88·—	105·6
$W_2 : W_1$	0·102	0·13
t_2	207°	197°
t_3	126°	127·3°
t_1 (berechnet)	936°	773°
1 Kilogramm Kohle verdampfte Wasser Kilogramm	3·97	4·08
Menge der Verbrennungsgase für 1 Kilogramm Kohle, Kilogramm	12·4	18·7

Nach einer späteren Angabe sollen für 1 Kilogramm Kohle 12·4 und $18^2/_{10}$ Kilogramm atmosphärische Luft zugeführt sein. Linde erklärt das günstigere Resultat des zweiten Versuches aus der vollständigeren Verbrennung, welche den Verlust durch die bedeutend größere Menge Verbrennungsgase mehr als ausgeglichen habe — eine Annahme, welche nicht wahrscheinlich ist, da schon beim ersten Versuche ein großer Luftüberschuß vorhanden war.

Diese Berechnung von Linde setzt aber voraus, daß die Wärme-Uebertragung von den Feuergasen auf das Wasser im Kessel und Vorwärmer genau der Temperatur proportional sei, was indeß wegen des Einflusses von Flugstaub, Ruß, Rostbildungen, Kesselsteinablagerungen, ja selbst der

Digitized by Google

ungleichen Beschaffenheit der Bleche wohl kaum jemals der Fall sein wird. Es ist ferner nicht berücksichtigt, daß die beiden Calorimeter auch erhebliche Mengen von Wärme durch Leitung und Strahlung verlieren, und schließlich, daß die specifische Wärme der Rauchgase für die verschiedenen Temperaturen nicht constant ist. Das Verfahren wird deshalb gewöhnlich nicht einmal annähernd richtige Resultate ergeben. Es bleibt daher nichts Anderes übrig, als die Gesammtmenge der Rauchgase aus der Analyse derselben und der Brennstoffe zu berechnen.

Bei den bisherigen Heizversuchen hat man nun zwar meist die größte Sorgfalt auf die Angabe der Temperatur des Speisewassers und der atmosphärischen Luft, des Barometerstandes, ja selbst der Beschaffenheit von Wind und Wetter verwendet, auch wie Weinhold, G. Schmidt u. A. umständliche Rechnungen ausgeführt, dabei aber durchwegs unrichtige Werthe für die specifische Wärme der Verbrennungsgase eingesetzt. Da aber die von Regnault gefundenen Werthe für die specifische Wärme der hier in Betracht kommenden Gase und Dämpfe noch auf viele Jahre hinaus maßgebend sein werden, diese Zahlen aber in den bekannten Lehr- und Handbüchern von Bunsen (dieselben Werthe hat Péclet), Emsmann, Ferini, Jamin, Wüllner und Naumann unbegreiflicher Weise verschieden angegeben werden, da ferner die mit der Temperatur steigende specifische Wärme nur von Wüllner berücksichtigt wird, der aber in seinen Schlußformeln zweimal falsche Vorzeichen gebraucht und somit die Verwirrung auf diesem Gebiete womöglich noch vergrößert, so müssen zunächst diese Angaben richtig gestellt werden.

Nachfolgende kleine Tabelle enthält die von Regnault gefundenen Werthe für die angegebenen Temperaturgrenzen.

Digitized by Google

Des leichteren Vergleiches wegen ist jedesmal die betreffende Seite der Originalarbeit in den Memoires angegeben.

	Temperatur	Spec. Wärme	Seite
Atmosphärische Luft .	0 bis 200°	0·23751	95 u. 156
Sauerstoff	10 » 200	0·21751	113
Stickstoff	0 » 200	0·2438	117
Wasserstoff	10 » 200	3·4090	117
Kohlensäure . . .	−30 » + 10	0·18427	127
Desgleichen . . .	+10 » 100	0·20246	127
Desgleichen	10 » 210	0·21692	128
Kohlenoxyd	10 » 200	0·2450	131
Methylwasserst. ($C H_4$)	desgl.	0·59295	139
Aethylen ($C_2 H_4$) . .	»	0·4040	140
Schwefligsäure ($S O_2$)	»	0·15531	145
Wasserdampf ($H_2 O$)	»	0·48051	167

Für die specifische Wärme der Kohlensäure wurden nur die drei letzten Versuchsreihen zugrunde gelegt, da Regnault selbst nur diese bei seinen Rechnungen berücksichtigt, für Schwefligsäure nur die letzte Versuchsreihe, welche mehrere Jahre später als die erste und somit auf Grund reicher Erfahrungen ausgeführt wurde. Die specifische Wärme des Wasserstoffes ergab sich für die Temperaturen zwischen — 30 Grad und + 10 Grad zu 3·3996, also fast genau derselbe Werth als für 0 bis 200 Grad. Dasselbe gilt für die atmosphärische Luft, deren specifische Wärme von — 30 bis + 10 Grad zu 0·23771, von 0 bis 100 Grad zu 0·23741 und von 0 bis 200 Grad zu 0·23751 bestimmt ist. Von den zur Feststellung des letzten Werthes ausgeführten 28 Bestimmungen ergab sich die niedrigste 0·23601, die höchste 0·23891, so daß die Durchschnittszahl 0·2375 als besonders zuverlässig zu bezeichnen ist. Die specifische Wärme von Wasserstoff, Sauer

Digitized by Google

stoff und Stickstoff ändert sich hiernach nicht mit der Temperatur, wohl aber die der Kohlensäure, welche bekanntlich vom Boyle-Mariotte'schen Gesetze abweicht.

Bezeichnen wir nun mit λ die Anzahl Wärme-Einheiten, welche erforderlich sind, 1 Kilogramm Kohlensäure von —30 auf t^0 zu erwärmen, so ergiebt sich: $\lambda = A\,\vartheta + B\,\vartheta^2 + C\,\vartheta^3$, wenn $\vartheta = t + 30^0$ ist. Die drei constanten Coëfficienten A, B und C werden mittelst der drei aus den Versuchsreihen abgeleiteten Gleichungen:

$$0{\cdot}18427 \times 40 = 7{\cdot}3708 = A \times 40 + B\,(40)^2 + C\,(40)^3$$
$$7{\cdot}3708 + 0{\cdot}20246 \times 90 = 25{\cdot}5922 = A \times 130 + B\,(130)^2 + C\,(130)^3$$
$$7{\cdot}3708 + 0{\cdot}21692 \times 200 = 50{\cdot}7548 = A \times 240 + B\,(240)^2 + C\,(240)^3$$

zu $A = 0{\cdot}1784897$, $B = 0{\cdot}00014592$ u. $C = 0{\cdot}0000000353$ gefunden.

Für den praktischen Gebrauch empfiehlt es sich, die mittlere specifische Wärme zwischen + 10 Grad (der mittleren Jahrestemperatur) und der Endtemperatur zugrunde zu legen. Nun ist aber zur Erwärmung der Kohlensäure von —30 bis t^0 die Wärmemenge erforderlich:

$$\lambda = A\,(t + 30) + B\,(t + 30)^2 + C\,(t + 30)^3,$$

bis $t_1{}^0$ dagegen:

$$\lambda_1 = A\,(t_1 + 30) + B\,(t_1 + 30)^2 + C\,(t_1 + 30)^3.$$

Folglich ist die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Erwärmung $t^0 - t_1{}^0$ hervorzubringen, $= \lambda - \lambda_1$ und die mittlere specifische Wärme zwischen t^0 und $t_1{}^0 = \frac{\lambda - \lambda_1}{t - t_1}$.

Daraus ergeben sich folgende Werthe:

Von t^0 bis $t_1{}^0$		Mittlere Wärme
0	50	0·19420
10	100	0·20246
10	150	0·20914
10	200	0·21564

Digitized by Google

Von t° bis t_1°		Mittlere Wärme
10	250	0·22197
10	300	0·22812
10	350	0·23409

Aus der Gleichung $\lambda = A\,\theta + B\,\theta^2 + C\,\theta^3$ ergiebt sich ferner die wirkliche specifische Wärme der Kohlensäure zu $\frac{d\lambda}{d\theta} = A + 2\,B\,\theta + 3\,C\,\theta^2$; folglich:

t	spec. Wärme	t	spec. Wärme
0°	0·18715	400°	0·28441
100	0·21464	500	0·30344
200	0·24001	600	0·32035
300	0·26327	700	0·33514

Die specifische Wärme der Kohlensäure wächst daher ganz erheblich mit der Temperatur (wenn auch die für die höheren Wärmegrade berechneten Zahlen nicht ganz sicher sind, da nur bis 210 Grad Versuche gemacht wurden), und alle Beurtheilungen von Feuerungsanlagen, welche hierauf keine Rücksicht genommen haben, sind ungenau. Voraussichtlich wird auch die specifische Wärme der Schwefligsäure und des Wasserdampfes in ähnlicher Weise wachsen, doch liegen hierüber noch keine Versuche vor, für Stickoxydul konnte Regnault diese Zunahme nachweisen. Vom Druck ist die specifische Wärme der Gase unabhängig, wie dies Regnault für Wasserstoff, Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff nachgewiesen hat. Zur leichteren Berechnung folgt hier eine Tabelle für die specifische Wärme von gleicher Einrichtung wie die für die Gewichte der hier in Betracht kommenden Gase.

Digitized by Google

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kohlensäure (CO_2) 10 bis 100 Grad . .	0·20246	0·4049	0·6074	0·8098	1·0123	1·2148	1·4172	1·6197	1·8221
„ 10 „ 150 „ . . .	0·20914	0·4183	0·6274	0·8366	1·0457	1·2548	1·4640	1·6731	1·8023
„ 10—„ 200 „ . . .	0·21564	0·4213	0·6469	0·8626	1·0782	1·2938	1·5095	1·7251	1·9408
„ 10 „ 250 „ . . .	0·22197	0·4239	0·6659	0·8879	1·1099	1·3327	1·5538	1·7758	1·9977
„ 10 „ 300 „ . . .	0·22812	0·4562	0·6844	0·9125	1·1406	1·3687	1·5968	1·8250	2·0531
„ 10 „ 350 „ . . .	0·23409	0·4682	0·7023	0·9364	1·1705	1·4045	1·6386	1·8727	2·1068
Kohlenoxyd (CO)	0·2450	0·4900	0·7350	0·9800	1·2250	1·4700	1·7150	1·9600	2·2050
Stickstoff	0·2438	0·4876	0·7314	0·9952	1·2190	1·4628	1·7066	1·9504	2·1942
Sauerstoff	0·21751	0·4350	0·6525	0·8700	1·0876	1·3051	1·5226	1·7401	1·9576
Wasserdampf	0·48051	0·9610	1·4415	1·9220	2·4026	2·8831	3·3336	3·8441	4·3245
Schwefligsäure (SO_2)	0·15531	0·3106	0·4659	0·6212	0·7766	0·9319	1·0872	1·2425	1·3978

Digitized by Google

Welchen Einfluß Zusammensetzung und Temperatur der abziehenden Rauchgase auf das Ergebniß eines Heizversuches haben können, mögen folgende Beispiele zeigen. Die Gase gingen bei dem bereits S. 238 besprochenen Versuche mit einer Durchschnittstemperatur von 190 Grad fort, d. h. mit 180 Grad mehr, als die atmosphärische Luft hatte. Der dadurch veranlaßte Verlust betrug demnach für 1 Kilogramm Kohle:

	Kilogr.	180 × spec. W.	Wärmeverlust Calorien
Kohlensäure	1·29	38·81	50
Kohlenoxyd	1·04	44·10	46
Stickstoff	5·10	43·88	224
			320

Demnach war in diesem Falle der durch die höhere Temperatur der Rauchgase veranlaßte Verlust viel geringer als der durch Kohlenoxydbildung.

Die fragliche Kesselanlage des Piesbergs bei Osnabrück hatte zur Zeit 17 Dampfkessel in Betrieb, welche sämmtlich dieselben Roste haben. Die Kessel besitzen zusammen eine Heizfläche von 865·71 Quadratmeter, eine Rostfläche von 50·52 Quadratmeter. Das Verhältniß der Rostfläche zur Heizfläche beträgt 1 : 17, das der freien Rostfläche zur gesammten Rostfläche 1 : 2·89. Der gemeinschaftliche Schornstein, der zugleich zur Lüftung für den Schacht dient, hat 40 Meter Höhe, einen Querschnitt an der Mündung von 4·95 Quadratmetern. Der Querschnitt der Schornsteinmündung zur Rostfläche beträgt 1 : 10·3. Bei einem vom 1. bis 6. October 1878 ausgeführten Verdampfungsversuche wurden mit 110.300 Kilogramm Anthracit (Förderkohle mit 15 Percent Rückständen) 640.875 Kilogramm Wasser bei 3·45 Atmosphären verdampft. Da es sich bei diesen Ve-

Digitized by Google

suchen nur um vermeidbare Verluste handelte, so wurde die Bestimmung des Wasserdampfes und der Schwefligsäure unterlassen.

Ein anderer Kessel ergab folgendes:

Zeit	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Sauerstoff	Stickstoff	Temperatur	Bemerkungen
Uhr	M.					
5	20	1·7	Spur	19·0	79·3	—
5	30	1·8	—	19·1	79·1	159 Rest von unten gesehen dunkel.
7	45	1·9	—	18·9	79·2	— Zug 10 Millimeter Wasser.
8	—	1·8	—	19·1	79·1	155
8	30	4·7	—	16·1	79·2	160 Nach dem Verputzen des Mauerwerkes.
8	40	4·8	—	16·0	79·2	—
8	50	4·6	—	16·1	79·3	167

Bei 4 Grad Lufttemperatur ergaben danach die vier ersten Versuche folgende Verlustberechnung:

		1 Kilogr. Kubikm.	Kohle giebt Kilogr.	160 × spec. Wärme	Wärmeverl. Calorien
Kohlensäure	4·7 .	1·49	2·93	34·50	101
Sauerstoff	16·1 .	5·11	7·31	34·80	254
Stickstoff	. 79·2 .	25·12	31·57	39·01	1231
		31·72	41·81		1586

Das in aller Eile ausgeführte Bewerfen der besonders undichten Stellen des Mauerwerkes namentlich über der Thür mit Lehm hatte demnach eine Verminderung des Wärmeverlustes von 3921 auf 1586 Calorien oder von 58·5 auf 23·7 Percent zur Folge.

Digitized by Google

Ein anderer Kessel ergab bei 210 Grad Fuchstemperatur:

		1 Kilog. Kohle giebt Kubikm.	Kilogr.	204 × spec. Wärme	Wärmeverl. Calorien
Kohlensäure	2·5	1·49	2·93	45·28	133
Sauerstoff	18·4	10·97	15·69	44·37	696
Stickstoff	79·1	47·14	60·36	49·75	3002
		59·60	78·98		3831

Nachdem auch hier das sehr mangelhafte Mauerwerk rasch nothdürftig mit Lehm gedichtet war, fand sich aber:

		1 Kilog. Kohle giebt Kubikm.	Kilogr.	Wärmeverl. Calorien
Kohlensäure	8·5	1·49	2·93	133
Sauerstoff	12·1	2·12	3·03	134
Stickstoff	79·4	13·92	17·50	870
		17·53	23·46	1137

Selbstverständlich waren während dieser Versuche keine Kohlen nachgeworfen; Anthracit brennt eben langsam, so daß stündlich nur einmal oder zweimal nachgeworfen, der Rost aber nur alle 18 bis 24 Stunden völlig gereinigt wird. Hier also hatte das Verputzen des Mauerwerkes eine Verminderung des Wärmeverlustes von 3831 auf 1137 Calorien zur Folge. Schlagender kann wohl die große Wichtigkeit einer Beaufsichtigung der Dampfkesselfeuerungen auf Grund der Rauchgas-Analyse nicht nachgewiesen werden.

Andere Dampfkesselfeuerungen der genannten Anlage zeigten dagegen regelmäßig zwischen 8 und 16 Percent Kohlensäure ohne nachweisbare Mengen von Kohlenoxyd, arbeiteten demnach recht günstig. Ein Kessel, der kurz vorher sorgfältig nachgesehen war, gab bei der Untersuchung folgendes Ergebniß:

Digitized by Google

Zeit	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Sauerstoff	Stickstoff	Temperatur	Bemerkungen
Uhr M						
10 15	18·5	0	2·0	79·5	305	6 Millimeter Zug.
10 35	19·2	Spur	0·9	79·9	—	Zug auf 1 Millimeter ermäßigt.
10 45	19·0	0	1·2	79·8	206	
11 —	18·5	0	1·9	79·6	—	
11 20	17·9	0	2·6	79·5	201	

Berücksichtigen wir nur die vier letzten Proben, so ergiebt sich bei 10 Grad Lufttemperatur nachfolgender Wärmeverlust:

		1 Kilogr. Kohle giebt Kubikm.	Kilogr.	194 × spec. Wärme	Wärmeverl. Calorien
Kohlensäure	18·7	. 1·49	2 93	41·83	123
Sauerstoff	1·7	. 0·14	0·20	42·20	8
Stickstoff	79·6	. 6·35	7·97	47.32	377
		7·98	11·10		508

Diese Kesselfeuerung gab somit nur einen Wärmeverlust von 508 Calorien oder 7 Percent durch die Rauchgase; ein günstigeres Verhältniß ist wohl kaum denkbar. Vergleichen wir dieses Ergebniß mit den früher besprochenen, berücksichtigen wir, daß sämmtliche Kessel genau den gleichen Rost haben und mit demselben Brennstoff beschickt, auch sonst möglichst gleichmäßig behandelt wurden, und doch so ungemein verschiedene Wärmeverluste durch die Rauchgase ergaben, ja, daß nicht selten derselbe Kessel einmal bedeutenden Luftüberschuß und dann wieder starke Kohlenoxydbildung zeigte, so wird dadurch nur bestätigt, welch' geringen Werth Heizversuche ohne Rauchgas-Untersuchungen

Digitized by Google

haben. Es ergiebt sich hieraus ferner, welchen Werth die verschiedenen neuen Rostconstructionen besitzen und welches Vertrauen die von den Erfindern derselben versprochenen 20 bis 30 Percent Brennstoff-Ersparniß verdienen. Ein passender Rost kann die richtige Leitung des Brennprocesses zwar erleichtern, z. B. Treppenrost für staubförmige Braunkohle, eine möglichst hohe Ausnützung der Brennstoffe ist aber nur durch verständige Behandlung der Feuerung zu erzielen, und diese kann wieder nur gewährleistet werden durch zeitweise Untersuchung der Rauchgase.

Durch den Mangel an Rauchgas-Untersuchungen erklärt sich auch, daß über einzelne Feuerungsanlagen die Urtheile geradezu entgegengesetzt lauten. Während z. B. Viele mit der Dougall'schen Feuerung sehr zufrieden sind, weil sie jede Rauchbildung verhütet und wegen der gleichmäßigen Aufschüttung der Kohlen auch eine gute Ausnützung des Brennwerthes erleichtert, wird sie von Anderen verworfen. Man hat eben unbeachtet gelassen, daß jeder Brennstoff eine besondere Behandlung fordert, und versäumte, durch eine Rauchgas-Untersuchung die Ursache des mangelhaften Erfolges festzustellen. Als unter demselben Kessel, welcher mit Deisterkohle, wie bemerkt, gut arbeitet, probeweise schlesische Kohle verwendet wurde, war die Rauchgas-Zusammensetzung folgende:

Zeit	Kohlens.	Kohlenox.	Sauerst.	Stickstoff	Bemerkungen
Uhr M.					
11 35	6·6	0	14·0	79·4	Zug 7 Millimeter.
11 45	7·1	0	13·4	79·5	Zug 3 Mm. Temp. 258°, hint. d. Vorw. 138°.
11 55	7·0	0	13·4	79·6	
3 45	5·4	0	15·1	79·5	Zug 7 Millimeter, Temperatur 249°.
3 55	5·5	0	14·9	79·6	
4 05	5·7	0	14·8	79·5	

Digitized by Google

Diese Kohlen brannten demnach schneller weg, der Rost war in Folge dessen hinten dunkel und so konnte hier ein zu großer Luftüberschuß eindringen.

Eine gleiche Feuerung ergab bald nach Fertigstellung die in der Tabelle auf Seite 253 ersichtliche Zusammensetzung der Rauchgase. Letztere wurde zwar nach Inbetriebsetzen des mechanischen Rostes regelmäßig; die Ausnützung ist aber eine ungünstige, da auch hier der hintere Theil des Rostes nur mit ausgebrannten Schlacken bedeckt war, so daß wieder zu viel Luft zutreten konnte. Trotz der so wie so schon sehr geringen freien Rostfläche sollten demnach für rasch brennende Kohlen die Rostspalten nach hinten verengt, vielleicht auch die Roststäbe etwas abgekürzt werden. Ueberhaupt ist es einer der häufigsten Fehler aller Kesselfeuerungen, daß der hintere Theil des Rostes nicht mit brennenden Kohlen bedeckt ist, somit überschüssige Luft eintritt, die natürlich große Wärmemengen mit in den Schornstein entführt. Jeder Feuerrost muß, von unten gesehen, gleichmäßig hell sein.

Handelt es sich um genaue Feststellung sämmtlicher Verluste, so ist natürlich auch der Gehalt der Feuergase an Wasser und Schwefligsäure zu bestimmen unter Berücksichtigung des Wassergehaltes der atmosphärischen Luft — doch darüber später. Daß durch jede Einführung von Wasser oder Wasserdampf ein erheblicher Wärmeverlust herbeigeführt wird, bedarf keines Beweises. Sollte man wirklich irgendwo eine bessere Wärme-Ausnützung durch Einführen von Wasserdampf beobachtet haben, so würde sich dies wohl dadurch erklären, daß der Wasserdampf die Verbrennung verlangsamt und den vorher zu großen Luftzutritt ermäßigt hat, was aber weit besser durch die Schieberstellung hätte erreicht werden können.

Digitized by Google

Zeit	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Sauerstoff	Stickstoff	Temperatur	Zug in Millimeter Wasser	Bemerkungen
Uhr M.							
11 10	9·0	Spur	11·1	79·9	128	1·5	Maschine noch nicht im Gange.
11 25	2·5	0	18·2	79·3	163	4·1	Nachdem im Schornstein Stroh verbrannt war.
11 35	2·7	0	18·1	79·2	—	—	
11 45	2·4	0	18·3	79·3	166	4·2	
3 45	8·0	0	12·3	79·7	215	13·0	Einige Tage später stark aufgeworfen.
3 55	7·4	0	13·0	79·6	218	—	
4 10	9·8	0	10·2	80·0	—	—	Ausgeworfen.
4 25	10·7	0	9·7	79·6	232	10·0	"
4 35	7·9	0	12·8	79·3	251	9·0	
2 10	4·3	0	16·4	79·3	271	13·0	Zwei Wochen später.
2 15	5·5	0	15·3	79·2	—	—	
2 25	6·3	0	14·2	79·5	—	—	Maschine im Betrieb.
2 35	6·2	0	14·4	79·4	268	12·0	
2 45	6·3	0	14·2	79·5	—	—	
2 55	6·1	0	14·3	79·4	262	—	
3 10	5·9	0	15·4	79·7	—	—	
3 20	6·0	0	14·7	79·3	—	—	

Der Wärmeverlust einer Dampfkessel-Feuerung durch Strahlung und Leitung soll nach Scheurer-Kestner im Durchschnitt 25·5, nach anderen Angaben sogar bis 40 Percent des Gesammtbrennwerthes betragen. Da dieser Verlust noch nicht direct bestimmt wurde, sondern nur als Differenz der übrigen mangelhaft festgestellten Werthe, so sind diese Angaben sehr unzuverlässig. Da nun die Verhältnisse ganz anders würden, wenn man den Versuchskessel etwa als Calorimeter behandeln und ganz mit Wasser umschließen wollte, so ist eine directe Bestimmung dieses Wärmeverlustes kaum möglich. Der Zweck ließe sich aber wohl dadurch indirect erreichen, daß man unter dem Ver-

Digitized by Google

fuchskessel einen Brennstoff von gleichartiger Zusammensetzung, z. B. Leuchtgas, Erdöl, dessen Brennwerth demnach genau festgestellt werden könnte, verfeuerte und nun die übrigen Wärmeverluste genau bestimmte. Wenn man dabei die Menge der abziehenden Verbrennungsgase, sowie die Temperatur im Feuerherde genau bestimmte, so könnte man unter Berücksichtigung der mit der Temperatur veränderlichen specifischen Wärme mit Hilfe der erwähnten Linde'schen Formeln auch wohl Aufschluß über die Wärme-Uebertragung von den glühenden Feuergasen durch das Kesselblech zum Kesselwasser bekommen. Bis jetzt weiß man darüber noch sehr wenig.

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Die Feuerungsanlagen.

I.

Allgemeine Idee bei Feuerungsanlagen.

Es giebt bei jeder Feuerungsanlage, mag sie beschaffen sein, wie immer, größere oder geringere Wärmeverluste.

Wie groß diese Verluste bei einer bestimmten Feuerungsanlage und bei einem bestimmten Brennstoffe sind, läßt sich durch Versuche ermitteln. Man braucht nur die Menge des verdampften Wassers zu messen, und das Gewicht der Kohle, welche zur Verdampfung nothwendig war, zu ermitteln und hat dann in der Voraussetzung, daß auch die elementare Zusammensetzung der Kohle bekannt ist, alle Daten, welche zur Berechnung nothwendig sind.

Solche praktische Heizversuche wurden denn auch schon vielfach angestellt, und man hat dabei gefunden, daß von einem Brennstoffe, z. B. einer Schwarzkohle, welche ihrer Zusammensetzung nach 7000 Calorien produciren sollte, in Wirklichkeit nur etwa 5000 bis 6000, wenn es gut geht, in ungünstigerem Falle aber auch nur 3000 bis 4000 Calorien thatsächlich nutzbar gemacht werden; mit anderen

Digitized by Google

Worten: es werden von den Brennstoffen in dem einen Falle nur 70 bis 80 Percent, im anderen Falle aber gar nur 40 bis 50 Percent ausgenützt, alles Uebrige ist verloren. Wenn man nun diesen Verlust vermindern will, so muß man sich zunächst darüber klar werden, worin dieser Verlust begründet ist, man muß alle mitwirkenden Factoren kennen und muß wissen, welchen Percentantheil die einzelnen Factoren an dem Gesammtverluste nehmen.

Es sind vorzugsweise vier Momente, welche diesen Verlust bedingen, und zwar:

1. Das Abziehen der Essengase mit hoher Temperatur;

2. die unvollkommene Verbrennung, da unter Umständen nicht aller Kohlenstoff zu Kohlensäure, sondern ein Theil auch nur zu Kohlenoxyd oxydirt wird und in diesem Falle anstatt 8000 nur circa 2500 Calorien producirt, und überdies entweichen auch noch andere brennbare Gase, wie Wasserstoff und Kohlenwasserstoff, wenn auch nur in geringer Menge;

3. ergiebt sich ein Verlust durch die Wärme-Absorption des Mauerwerkes und der Umgebung überhaupt, und

4. hält auch die Asche Wärme zurück und schließt Kohletheilchen in sich ein, welche dadurch an ihrer Verbrennung verhindert werden.

Es handelt sich nun darum, zu eruiren, wo der größte Wärmeverlust liegt. Das wird nun allerdings verschieden sein, je nach der Art der Feuerungsanlage und je nach der Beschaffenheit des Brennstoffes, immerhin läßt sich aber diese Frage in allgemeiner Fassung beantworten. Bei einer Kohle, welche im Feuer nicht zerbröckelt, welche nicht viel Asche hinterläßt und deren Asche nicht viele leicht schmelzbare Silicate enthält, also nicht viele Schlacken bildet — und

Digitized by Google

das sind ja Bedingungen, die bei jeder Steinkohle, welche das Prädicat »gut« verdient, zutreffen — ist der durch die Asche verursachte Wärmeverlust ein im Verhältnisse zu dem Gesammtverluste sehr geringer.

Was die Wärme-Absorption durch das Mauerwerk und durch die Umgebung überhaupt anbelangt, so ist dieselbe nur beim Anheizen eine erhebliche; hat einmal das Mauerwerk eine bestimmte Temperatur erreicht, so kommt nur mehr die strahlende Wärme in Betracht, und diese ist verhältnißmäßig gering. Der Hauptverlust liegt demnach immer in den unter 1 und 2 angeführten Umständen.

Wie groß ist nun der Verlust durch das Abziehen der heißen Essengase? Das ist verschieden; er wird um so größer sein, je mehr Gas zur Esse hinausgeht, bei der Verbrennung einer bestimmten Menge Kohle, und ferner, je höher die Temperatur des abziehenden Gases ist.

Wie viele Kubikmeter oder Kilogramm Gas (Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff) durch die Esse entweichen, wenn ein bestimmtes Quantum Kohle verbrennt, läßt sich leicht berechnen, wenn die Zusammensetzung der Kohle und die Temperatur des abziehenden Gases bekannt ist, und eben so leicht läßt sich auch die Anzahl der Calorien finden, welche durch das Gas entführt werden, oder mit anderen Worten, der Percentantheil des Wärmeverlustes, welcher durch das Entweichen der heißen Essengase bedingt wird.

Ein Brennstoff, z. B. eine Kohle von 7000 Calorien theoretischem Effecte — diese Zahl entspricht einer Steinkohle besserer Qualität — bedarf zur vollständigen Verbrennung circa 9 bis 10 Kilogramm atmosphärischer Luft und giebt damit etwa 10 bis 11 Kilogramm Essengas. Wenn die Gase mit einer Temperatur von 250 bis 300 Grad C. abziehen, so entführen sie ungefähr 800 bis

Digitized by Google

1000 Calorien, was einem 11- bis 14percentigen Brennstoffverlust entspricht. Dabei ist aber vorausgesetzt, daß die Verbrennung vollständig und ohne Luftüberschuß erfolgt, ein Fall, der in der Praxis unerreichbar ist. Ueberall, wo die Verbrennung eine vollständige sein soll, muß ein Luftüberschuß, und zwar ein sehr bedeutender in Anwendung gebracht werden.

In dem Maße aber, als mehr Luft zugeführt wird, geht auch wieder mehr Wärme verloren, weil ja das Gasquantum, welches jetzt den Schornstein passirt, größer geworden ist.

Daraus ergiebt sich, daß bei einer rationellen Feuerungsanlage ein gewisses Maß der Luftzufuhr nicht überschritten werden darf.

Dieses Maß muß auf dem Wege des Versuches bei jeder Feuerungsanlage speciell ermittelt werden, denn man verlangt ja außer der möglichst vollkommenen Ausnützung des Brennstoffes auch noch, daß in einer gewissen Zeiteinheit eine gewisse Menge von Wärme producirt wird, und dies hängt natürlich mit der Luftzufuhr zusammen.

Wenn man nun die verschiedenen Methoden und Vorrichtungen, welche unter Bezeichnung Rauchverzehrer, Brennstoffersparer 2c. angepriesen werden, in ihrer Wirkungsweise näher betrachtet, so wird man finden, daß die meisten — wir sagen die meisten, nicht alle — darauf basiren, eine größere Luftmenge in den Feuerraum einzuführen.

Nun haben die Essengas-Analysen gelehrt, daß unter zehn Fällen, wo unvollkommene Verbrennung stattfindet, gewiß neun es sind, wo nicht etwa Luftmangel Schuld daran ist, sondern lediglich die schlechte Mischung der aus der Kohle sich entwickelnden Gase mit der zugeführten atmosphärischen Luft.

Digitized by Google

Ein Kilogramm Luft braucht, um von Null auf 300 Grad C. erwärmt zu werden, 71 Calorien. Jeder Ueberschuß an Luft bedingt also einen Verlust an Wärme, respective einen Verlust an Brennstoff.

Wenn daher constatirt werden kann, daß die unvollkommene Verbrennung nicht im Luftmangel, sondern nur in der schlechten Mischung der Gase ihren Grund hat, so wird eine vermehrte Luftzufuhr nur von Schaden sein und gewiß keinen ökonomischen Effect geben.

Aus diesen Darlegungen ergiebt sich wohl zur Genüge, wie wichtig es für jeden rationellen Feuerungsbetrieb ist, ein Mittel zu besitzen, jeden Augenblick den Gang der Verbrennung controliren zu können, zu erfahren, ob die Verbrennung eine vollständige oder nicht, und im ersteren Falle, ob die Luftzufuhr die richtige ist oder vielleicht eine übermäßig große; im letzteren Falle, ob Luftmangel oder schlechte Mischung der Gase die unvollkommene Verbrennung bedingen.

Wir wollen nur nebenbei erwähnen, daß wir schon vielfach Gelegenheit hatten, verschiedenartig construirte Feuerungsanlagen in dieser Weise auszuprobiren, und daß uns schon wiederholt Fälle vorgekommen sind, wo selbst bei einem Luftüberschusse von 40 bis 60 Volumpercent die Verbrennung noch immer keine vollständige war und $^1/_2$ bis 2 Percent Kohlenoxyd im Essengas gefunden wurden.

In der Regel ist aber die Verbrennung bei den gewöhnlichen Rostfeuerungen eine vollständige, aber meist mit einem kolossalen Luftüberschusse, der sich in einzelnen Fällen bis zu 80 Percent steigert und einen Brennstoffverlust bis über 30 Percent veranlaßt.

Der erste Apparat zur Untersuchung der Essengase wurde vom Ingenieur Orsat in Paris construirt, dessen Wesen darin besteht, ein bestimmtes Volumengewicht durch

Digitized by Google

einen Blasebalg oder mittelst eines Luftinjectors aus dem Rauchcanal anzusaugen, in eine Bürette einzuschließen und von hier aus in Absorptions-Gefäße zu leiten, wo ein Bestandtheil der Gasmenge nach dem anderen aufgenommen wird. Nach der Absorption eines jeden einzelnen Gasbestandtheiles wird das restirende Gas in die Bürette zurückgebracht und die Volumabnahme bestimmt.

Ein ähnliches Princip liegt auch dem Apparate des Professors Schwackhöfer in Wien zugrunde, jedoch ist die Methode des Ansaugens und der Leitung der Gase im Apparate, sowie die Messung derselben und überhaupt die ganze Construction des Apparates eine total verschiedene des Orsat'schen Apparates. Alle Fehlerquellen, die dort vorkommen, sind hier eliminirt und die Manipulation ist eine viel leichtere und bequemere.

Dieser Apparat dient dazu, drei Bestandtheile quantitativ im Essengase zu bestimmen, und zwar: 1. die Kohlensäure, 2. den freien Sauerstoff, beziehungsweise die überschüssige atmosphärische Luft, und 3. das Kohlenoxydgas. Der vierte Bestandtheil, der Stickstoff, ergiebt sich aus der Differenz auf 100. Die Reagentien für Kohlensäure und Sauerstoff sind die allbekannten: Kalilauge und eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure; als Absorptions-Flüssigkeit für Kohlenoxyd wendet man eine salzsaure Lösung von Kupferchlorür an, welche auch Professor Winkler in seiner Gastitrir-Methode empfiehlt. Dieses Reagens hat sich weitaus am zweckmäßigsten erwiesen. Eine ammoniakalische Lösung von Kupferchlorür, wie sie Orsat anwendet, ist geradezu unbrauchbar.

Die Ausführung der Analyse ist ganz einfach.

Zunächst wird ein Schlauch mit einem dünnen Gasrohre, welches in dem Rauchcanal, aus dem die Gase aus-

Digitized by Google

gesaugt werden sollen, dicht eingepaßt ist, verbunden und geht die Saugung einfach durch Drücken an einem Ballen vor sich, was sich hier an dem Durchstreichen der Gasblasen zu erkennen giebt. Diese Operation geht sehr rasch vor sich, so daß nach Verlauf von 3 bis 4 Minuten einige Liter Gas durch den Apparat gesaugt sind und alle Luft in der Leitung und im Apparat verdrängt und durch Essengas ersetzt ist. Nun wird auf Null eingestellt, indem man das Wasser in der Bürette auf den Nullpunkt zurückdrückt und den Hahn abschließt.

Um jetzt die Kohlensäure zu bestimmen, öffnet man den ersten Schraubenquetscher und drückt wieder an demselben Ballen, wobei das Gas in das erste mit Kalilauge beschickte Gefäß eindringt. Das Drücken wiederholt man mehrmals, um die Flüssigkeit im Absorptions-Gefäß auf und ab zu bewegen, wodurch die Absorption beschleunigt wird. Man kann an diesem Ballen drücken, so stark man will, das Wasser geht immer nur bis zur unteren Marke, ein Ueberreißen von Flüssigkeit in das Verbindungsrohr ist ganz unmöglich. Nach etwa 2 bis 4 Minuten läßt man den Ballen frei, drückt an dem zweiten Ballen und hebt die Absorptions-Flüssigkeit wieder bis zur Marke, wo sie auch früher, vor dem Einführen des Gases, gestanden war, und sperrt den Schraubenquetscher wieder zu.

Man stellt jetzt das Gas unter den Druck der äußeren Atmosphäre, was sich am Manometer erkennen läßt, sperrt den oberen Quetschhahn zu und liest ab.

Die ganze Analyse nimmt etwa 15 bis 20 Minuten in Anspruch, und kann der Apparat nach Beendigung der einen Analyse ohneweiters wieder für die nächstfolgende benützt werden.

Digitized by Google

Dieser Apparat existirt in zwei verschiedenen Größen. Der kleinere ist namentlich für Ingenieure bestimmt, um ihn überall bequem mit sich führen zu können, eine einmalige Füllung desselben reicht für etwa hundert Analysen aus. Der größere dient zum ständigen Gebrauche in der Fabrik. Hier ist die Füllung bedeutend größer und reicht für mehrere hundert Analysen aus.

Ueberdies hat Professor Schwackhöfer noch einen Apparat construirt, mit dem sich sieben Bestandtheile in einem Gasgemische quantitativ bestimmen lassen, und zwar außer den drei vorgenannten: Kohlensäure, Kohlenoxyd und Sauerstoff, auch noch freier Wasserstoff, leichter und schwerer Kohlenwasserstoff und endlich Stickstoff aus der Differenz. Alles zusammen in einer Stunde.

Apparate zur Bestimmung der Essengase, sowie Leute, die mit denselben umzugehen verstehen, sollen in keinem richtig geleiteten industriellen Etablissement heute mehr fehlen.

Außerdem giebt es heute noch eine nicht unbedeutende Anzahl industrieller Etablissements überhaupt, in welchen dem »Kesselhause« — dieser so wichtigen Station — nicht immer die ihm gebührende Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Dies gilt nicht nur von der Wartung der im Betriebe befindlichen Dampfkessel, sondern hauptsächlich von deren Material, der Constructionsart und der Einmauerung derselben, die mitunter — insbesondere in älteren Brennereien — noch sehr primitiv sind.

Das Bedürfniß, die Leistungsfähigkeit der Fabriken zu steigern, sowie an Heizmaterial, diesem ausgiebigsten Factor der Regie, zu sparen, gab Veranlassung zur Construction der verschiedensten Kesselformen und Einmauerungs-Systeme, welche (wie dies schon heute nicht anders sein kann) unter der vielversprechenden »Garantie« von 50 bis

Digitized by Google

60 Percent Brennstofferspariß patentirt erscheinen. Der noch an vielen Orten vorkommende, ungewöhnlich große Verbrauch an Brennstoff dürfte in erster Linie hauptsächlich in Nachfolgendem seine Gründe haben:

I. In einer großen Anzahl von Fabriken steht die Zahl, beziehungsweise Größe der Dampfkessel in keinem richtigen Verhältnisse zum Verbrauche des Dampfes. Indem man in diesem Falle durch forcirtes Heizen die Leistungsfähigkeit des Kessels zu erhöhen sucht, so ist, wie leicht zu begreifen, ein größerer Verbrauch von Brennmaterial, sowie eine baldige Abnützung der Kessel die nächste nothwendige Folge hiervon.

II. Aber auch die Wahl des Kesselsystems, sowie die Art der Einmauerung sind nicht immer richtig gewählt, und hat man hier am meisten gegen eingewurzelte Vorurtheile und irrthümliche Ansichten zu kämpfen. Nach zahlreichen in dieser Hinsicht vorgenommenen genauen und vergleichenden Versuchen wären als beste Kesselsysteme die nachfolgenden zu empfehlen:

a) Combinirtes System von Cornwall mit Röhrenkessel. Die Gesammtkessellänge beträgt circa 10 Meter, dessen Durchmesser 2 Meter, und befindet sich die Heizung in den beiden Feuerröhren, die in eine ovale Feuer- oder Aschenkammer enden, an welche sich auch das Röhrensystem in einer Länge von circa 2 Metern anschließt. Nach vorgenommenen Proben verdampft bei diesem Systeme 1 Kilogramm Kohle 8 bis 9 Kilogramm Wasser.

b) Combinirtes System, bestehend aus einem Oberkessel von 1 Meter Durchmesser, 5·5 Metern Länge, nebst 2 Bouilleurs von 0·632 Metern Durchmesser und 6 Metern Länge nebst 2 Vorwärmern. Die Gesammtheizfläche dieses combinirten Systems beträgt 58 Quadratmeter.

Digitized by Google

Was den Rost anbelangt, so befindet sich dieser unter den beiden Bouilleurs, so daß die Flamme dieselben zuerst umspielt, dann den Oberkessel, ferner den ersten, neben dem Oberkessel befindlichen und endlich den unmittelbar darunter placirten zweiten Vorwärmer.

Die Speisung geschieht hier in entgegengesetzter Richtung. Bei diesem Systeme beträgt die von 1 Kilogramm Kohle verdampfte Menge Wasser 7 Kilogramm.

c) Bouilleursystem mit Gegenstromkessel. Hier besitzt der Oberkessel 1·264 Meter Durchmesser bei 9·8 Meter Länge desselben, und die beiden Bouilleurs bei 0·712 Durchmesser eine Länge von 7·58 Metern. Die Gesammtheizfläche beträgt bei diesem Systeme 57·5 Quadratmeter. Was die Feuerung anbelangt, so befindet sich dieselbe auch hier unter dem Oberkessel und bestreicht die abgehende Flamme zuerst den einen, dann den zweiten Bouilleur, welcher durch einen Querstutzen mit dem ersteren verbunden ist.

Die Speisung erfolgt hier ebenfalls in entgegengesetzter Richtung und verdampft bei dieser Kesseldisposition 1 Kilogramm Kohle 6 Kilogramm Wasser.

d) Gewöhnliches Bouilleursystem, der Liebling unserer Zuckerfabriken, bestehend aus einem Oberkessel mit 2 Bouilleurs; der Durchmesser des ersteren beträgt 1·104, dessen Länge 10·42 Meter, während die beiden Bouilleurs bei 8·5 Metern Länge einen Durchmesser von 0·55 Metern besitzen.

Was die Heizfläche anbelangt, so beträgt dieselbe 52 Quadratmeter und findet die Heizung bei diesem Systeme unter dem Oberkessel statt. Von den vorhandenen zwei Zügen führt der erste unter den Kessel, der zweite längs der beiden Bouilleurs und von hier direct in den Rauchcanal.

Digitized by Google

1 Kilogramm Kohle verdampft bei diesem Systeme 5 Kilogramm Wasser.

e) Cornwall's System: Der Kessel besitzt 1·89 Meter Durchmesser bei 9·464 Meter Länge und hat zwei Stück Feuerrohre von je 0·85 Metern Durchmesser, welche eine Gesammtheizfläche von 80 Quadratmetern repräsentiren. Nach vorgenommenen Versuchen beträgt die hier von 1 Kilogramm Kohle verdampfte Menge Wasser 5·5 Kilogramm.

Was die hier angeführten fünf Kesselsysteme betrifft, so gehören dieselben theils zu den rationellsten (a, b und c), theils zu den weniger empfehlenswerthen (insbesondere System e).

III. Einen weiteren, nicht unbedeutenden Einfluß auf die Dampferzeugung und Ausnützung des Brennstoffes haben, wie wohl keinem Zweifel unterliegt, auch die Roste, und sei es gestattet, einen Vergleich des (bei uns in Oesterreich beliebten) Planrostes mit dem (hauptsächlich in Deutschland bevorzugten) Treppenrost hier anzuführen.

Daß bei einem Treppen- oder Etagenrost eine vollständigere Ausnützung des Brennmaterials möglich ist, wird Niemand bestreiten; derselbe besitzt aber wieder den Nachtheil, daß dieser Rost (in Folge des nothwendigen gleichmäßigen Nachlegens von Brennmaterial) keinen forcirten Betrieb gestattet, und ist es gerade diesem letzteren Umstande zuzuschreiben, daß dieser Rost nur selten in unseren heimischen Zuckerfabriken angetroffen wird.

Es ist hier nicht der Ort, die verschiedenen Arten der »patentirten« Planroste, sowie der combinirten Plan- und Treppenroste anzuführen und zu beschreiben, da dieselben später hinreichend besprochen werden. Fast allgemeine Verbreitung (und dies mit Recht) finden aber nicht nur in Zuckerfabriken, sondern auch in anderen Etablissements die

Digitized by Google

Roststäbe mit Querschnittöffnungen, welche eine vollständigere Ausnützung, sowie auch Anwendung eines schlechteren Brennmaterials gestatten.

IV. Schließlich spielt auch das Material, aus dem der Kessel angefertigt worden, nicht die letzte Rolle.

Die anfangs nur sporadisch aufgetretenen Stahlblechkessel (speciell jene aus Bessemer-Blech angefertigten) dürften heute mit Recht Kessel aus anderen Blechsorten bald verdrängen, indem die ersteren bei forcirtem Betriebe nicht so leicht Blasen und Risse bekommen, wie steierische und andere Blechsorten, und sich Bessemer-Stahlbleche leichter bearbeiten lassen, dabei zäher sind und schließlich eine bedeutend größere absolute Festigkeit besitzen, so daß die Kessel daraus von schwächerem Blech angefertigt werden können. Das letztere hat zur Folge, daß die daraus angefertigten Kessel bedeutend leichter im Gewichte ausfallen und weniger Brennstoff zum Betriebe benöthigen. Als Beweis der Vorzüglichkeit der Bessemer-Stahlblechkessel dient wohl dies, daß von einem einzigen Prager Etablissement, welches bereits Dampfkessel ausschließlich aus Stahlblech fabricirt, in verhältnißmäßig kurzer Zeit gegen 100 Stück solcher Kessel (meist nach System a, b und c) für Zuckerfabriken, Bergwerke, Dampfmühlen ꝛc. construirt und geliefert wurden.

Wenn wir von einem gewöhnlichen Cylinderkessel ausgehen, so finden wir, daß die Verdampfung am geringsten ist; sobald wir diesem Kessel einen Bouilleur anhängen, so wird sie größer, auch unter der Voraussetzung, daß das Verhältniß des Rostes zur Heizfläche dasselbe und ebenso die sonstigen Bedingungen alle conform sind.

Wenn man mehr Bouilleurs zufügt, so wird sich dieses Verhältniß scheinbar noch günstiger gestalten.

Digitized by Google

Es ist auch durchaus nicht gleichgiltig, ob der Oberkessel oder ob die Bouilleurs die erste Hitze erhalten. Geschieht ersteres, so ist die Verdampfung viel geringer als in letzterem Falle.

Verlängert man den zwischen dem Oberkessel und dem Bouilleur befindlichen Verbindungsstutzen so hoch, daß er über die Wasseroberfläche hervorragt, wie es manche Ingenieure thun, so wird eine noch weit größere Verdampfung erfolgen.

Wir müssen übrigens erwähnen, daß dies nur eine scheinbare, nicht aber eine factische Verdampfung ist; denn durch die gegebene Wasseroberfläche muß ein gewisses Quantum Dampf durchstreichen, und es ist nicht gleichgiltig, ob mehr oder weniger durchstreicht.

Wird die Ausmündung der Verbindungsstutzen über die Wasserspiegelfläche gehoben und unter den Bouilleurs geheizt, so wird eine große Wasser- und Dampfmenge durch diesen Stutzen durchstreichen, ein Aufschäumen des Wassers stattfinden müssen und ein sehr nasser Dampf gebildet werden.

Wir constatiren, daß man einen und denselben Kessel verschiedenartig zur Verdampfung zwingen kann; dies erfolgt z. B. bei Anwendung von Feuerbrücken, die mehr oder weniger engen Durchschnitt bieten, denn sämmtliche Gase, die durchtreten, werden gezwungen, dort an dem Kessel ihre meiste Wärme abzugeben, in Folge dessen die darüber liegende Wasserfläche größere Dampfmengen durchlassen muß, und es wird an dieser Stelle ein verhältnißmäßig nasserer Dampf gebildet, als an der übrigen Wasserfläche. Ebenso kann man diese scheinbare Verdampfung auch dadurch vergrößern, indem man die Rostfläche der Heizfläche näher legt; durch das Naheliegen des Rostes wird

Digitized by Google

die über demselben befindliche Heizfläche mehr in Anspruch genommen.

Wir haben diesen Fall in eclatanter Weise bei den Cornwall-Kesseln zu constatiren; diese Kessel, welche als Innenfeuerung die Roste unmittelbar an den Heizflächen anliegen haben und deren Feuerbrücke einen außerordentlich kleinen Querschnitt den Gasen zum Durchtritt bietet, verdampfen in ganz anderem Verhältnisse als die Bouilleurkessel. Wenn man diese Mehrverdampfung der Innenfeuerung zuschreibt und den geringeren Verlusten durch Wärme-Ausstrahlung ꝛc. lediglich in die Schuhe schiebt, so können wir dem nicht zustimmen, glauben es vielmehr auf den oberwähnten Umstand zurückführen zu sollen, daß nämlich die Rostfläche zu nahe der Heizfläche liegt, der Querschnitt über der Feuerbrücke zu klein ist, daß in Folge dessen die größte Wärmemenge durch die oberhalb liegende Heizfläche absorbirt wird und die über dieser befindliche Wasserfläche große Dampfmengen durchtreten lassen muß, wodurch nasser Dampf gebildet wird.

Auch das System mit dem über die Wasserspiegelfläche verlängerten Verbindungsstutzen können wir nicht empfehlen, denn es scheint uns nicht gut, Dampfkessel-Systeme anzuwenden, um nassen Dampf zu erzeugen, wo man dann noch nachträglich Dampfsammler aufstellen muß, welche die Aufgabe haben, den Dampf zu trocknen.

Das Experiment, nassen Dampf zu bilden, gelingt wesentlich leichter und rascher, als das Trocknen desselben möglich ist. Der Dampf hat eine viel geringere Fähigkeit, Wärme aufzunehmen als das Wasser, und deshalb halten wir es für abträglich, bereits abgekühlte Gase an die Wandungen des Dampfsammlers prallen zu lassen und halten das Gegenstrom-System für die richtige Methode, die

Digitized by Google

Wärme gut auszunützen. Wasser, eingeschlossen in Kesselflächen, hat eine außerordentliche Fähigkeit, Wärme zu absorbiren, welche Fähigkeit der Dampf nicht in solchem Grade besitzt.

Bezüglich der Ausstrahlung des Mauerwerkes müssen wir bemerken, daß bei Außenfeuerung noch ein großer Verlust in dem Falle stattfindet, wenn vor dem Oeffnen der Heizthüre nicht die Rauchklappe geschlossen worden ist.

Nicht nur, daß dem Kessel Wärme entzogen wird, indem er sich in Folge der Abkühlung zusammenziehen muß und die Gase unbenützt durchstreichen, sondern es wird auch den Mauern selbst Wärme entzogen.

Wenn man aber die Vorsicht braucht, eine Vorrichtung zu wählen, vermittelst welcher diese Klappe sicher geschlossen wird, ehe man die Heizthüre öffnet, so wird man günstige Resultate erzielen.

Ein großer Verlust an Wärme findet auch bei der Transmission der Wärme durch die Kesselfläche selbst statt.

Wir dürfen uns nicht vorstellen, daß wir diese Arbeit, welche die Wärme verrichten muß, umsonst haben, die Arbeit nämlich, die in dem Durchtreten der Wärme durch die mehr oder weniger starken Kesselwandungen besteht.

Ein Theil der Wärme verwandelt sich dabei in mechanische Arbeit, und dieser Theil wird absorbirt durch den Widerstand, den die Kesselflächen bieten.

Es ist von außerordentlicher Wichtigkeit, wenn man eine gute richtige Feuerung haben will, daß man das Brennmaterial vorwärme, bevor es zur Verbrennung gelange. Nur dann, wenn das frische Brennmaterial auf die Entzündungs-Temperatur vorgewärmt wird, entzündet es sich rasch und es verbrennen auch die Kohlenwasserstoffgase, die einen großen Effect geben.

Digitized by Google

Nach dieser scheinbaren Abschweifung von unserem Thema kehren wir nun wieder zu demselben zurück.

Bei der Benützung unserer Brennstoffe zu industriellen Zwecken kommen im Allgemeinen drei Feuerungssysteme zur Anwendung:

1. Die Brennstoffe werden nur mäßig hoch auf den Rost geschichtet, und es tritt durch Rost und Feuerthüre ein Ueberschuß von Luft zu, so daß nicht blos eine vollständige Verbrennung der entwickelten Gase zu Kohlensäure erreicht, sondern auch noch eine gewisse Quantität unzersetzter Luft fortgeht und also auch erwärmt wird. Diesem Systeme gehören die gewöhnlichen Dampfkessel-Feuerungen meistens an, sie mögen mit Planrost oder Treppenrost eingerichtet sein.

2. Das Brennmaterial wird auf den Rost höher aufgeschichtet, so daß die durchgehende Luft inniger und länger mit dem Material in Berührung bleibt und in Folge dessen keine unzersetzte Luft mit dem Verbrennungs-Producte entweicht, welche davon aber im Allgemeinen fast noch eben so viel Kohlenoxyd und Kohlensäure enthalten. Trotz der theilweise vollkommenen Verbrennung des Materials ist man hierbei doch im Stande, höhere Temperaturen zu erreichen, weil sich die erzeugte Wärmemenge nur einem geringeren Volumen von Verbrennungs-Producten mittheilt. Dieses System ist früher ausschließlich für Schmelzöfen und Brennöfen zur Anwendung gekommen.

3. Das Brennmaterial wird so hoch geschichtet, daß die durch den Rost gehende Luft zunächst nur zur Bildung von Kohlenoxyden ausreicht. Den so erzeugten Gasen wird in einem anderen Theile des Ofens eine neue, gerade hinreichende Quantität Luft zugeführt, um die vollständige Verbrennung zu Kohlensäure zu bewirken. Diese Oefen nennt

Digitized by Google

in Gasöfen oder Gasgeneratoren; dieselben geben die beste Verwerthung der Brennstoffe. Wenn man diejenige Luft, welche in den Verbrennungsraum des Ofens geführt wird, um die bereits erzeugten Gase zu verbrennen, vorher erwärmt, läßt sich die Temperatur noch weiter erhöhen. Es ist nicht nöthig, daß die Erwärmung dieser Luft in besonderen Oefen erfolgt, sondern man leitet die aus den Schmelzöfen abgehende Flamme durch angebaute Kammern, durch welche später die Luft hindurchzieht. — Dies nennt man Regeneration und diesen Theil des ganzen Feuerungs-Apparates den Regenerator.

Wo es sich nur darum handelt, die aus dem Material durch die Verbrennung entstehende Wärmemenge bestens nutzbar zu machen, wie bei den Dampfkesseln und Abdampf-Pfannen, ist die einfache Gasfeuerung in Anwendung zu bringen, sollen aber in einem verhältnißmäßig kleinen Raume, also im Schmelzofen, die höchsten Temperaturgrade erzielt werden, dann ist die Gasfeuerung mit Regeneration am vortheilhaftesten.

Die größtmögliche Hitze entwickelt ein Brennmaterial nicht nur dann, wenn die Verbrennung eine vollständige, d. h. wenn nicht nur alles Brennmaterial überhaupt so verbrennt, daß nichts unverbrannt bleibt, sondern die Verbrennung muß immer eine vollendete sein. Um diesen Zweck möglichst vollkommen zu erreichen, muß man die folgenden Regeln beachten.

Der Rost muß mit dem aufgelegten Brennmateriale möglichst vollständig bedeckt sein, denn an den unbedeckten Stellen strömt kalte Luft in's Feuer und vermindert hierdurch die Wirkung desselben. Gleichwohl darf die den Rost bedeckende Schicht des Brennstoffes nicht zu dick sein, da hierdurch der Rost stark belastet wird, der Zug wird gehemmt

Digitized by Google

und die Verbrennung findet nicht mit der Lebhaftigkeit statt, welche zur Entwicklung der Hitze nöthig ist. Locker liegendes Brennmaterial, wie Holz und Torf, kann in höheren Schichten liegen; dichteres, wie Steinkohlen, das die Luft nicht so leicht durchläßt, muß aber dünner aufgeworfen werden. Auch richtet sich die Höhe der Schicht von Brennmaterial nach der Beschaffenheit des Rostes. Da die Dicke der Roststäbe und die Zwischenräume zwischen denselben nicht bei allen Feuerungen gleich groß sind, so daß also bei einem Rost mit weiteren Zwischenräumen mehr Luft hindurchgehen kann als bei einem anderen, so wird auch das Feuerungsmaterial nicht überall, selbst bei gleichem Material gleich dick liegen dürfen. Bei größeren Zwischenräumen des Rostes und schärferem Zuge kann die Lage dicker sein als im anderen Falle.

Das Aufwerfen des Brennmaterials soll nur in kleineren Portionen geschehen und muß dafür öfter wiederholt werden. Werden zu große Mengen auf einmal angelegt, so wird das Verbrennen nicht so vollkommen geschehen. Ein Beweis dafür liegt schon darin, daß, wenn man große Quantitäten auf einmal aufgiebt, sich ein dichter schwarzer Rauch aus dem Schornstein herauswälzt; wirft man hingegen nur wenig, aber öfter auf, so wird der Rauch viel unbedeutender sein. Jeder Rauch aber ist unverbrauntes Brennmaterial, welches ungenutzt entweicht. Die übergroße Menge aufgegebenen Brennmaterials bringt nämlich eine bedeutende Abkühlung im Feuerraume hervor; denn das Brennmaterial muß doch selber erst erhitzt werden, bevor es brennt; da nun auch zugleich der Zug gehemmt wird, so kann durch den Rost die zur Verbrennung der sich in großen Massen mit einem Mal aus dem Brennmaterial entwickelnden Gase durchaus nöthige Luft nicht in den Ver-

Digitized by Google

brennungsraum einströmen; die nothwendige Folge davon ist eine unvollkommene Verbrennung und das Rauchen des Schornsteins.

Das Brennmaterial muß immer möglichst trocken aufgegeben werden. Das alte Vorurtheil, daß Steinkohlen besser brennen, wenn man sie naß macht, ist durchaus falsch; die Steinkohlen brennen nur langsamer, entwickeln aber durchaus nicht mehr Brennkraft. Nur bei sehr kleinen, grusigen, schwer backenden Kohlen kann sich durch das Anfeuchten insofern ein kleiner Vortheil herausstellen, daß die kleinen Kohlenstücke besser zusammenhalten und nicht leicht durch den Rost fallen.

Die Zwischenräume zwischen den Roststäben dürfen sich nicht verstopfen, sondern müssen der einströmenden Luft genügenden Durchgang gewähren, damit der Zug nicht gehemmt werde. Besonders müssen bei Steinkohlenfeuer die sich bildenden Schlacken beizeiten entfernt werden, ehe sie sich ansammeln, wobei sie schmelzen können und dann eine dichte Kruste über den Roststäben bilden.

Eine Hauptsache ist ferner, daß in dem Heizraum selbst eine möglichst hohe Temperatur erhalten wird. Man sollte also unter keinen Umständen dem Feuer bei seinem Entstehen, und da, wo die Flamme erzeugt wird, die Hitze entziehen. Es muß zuerst ein kräftiges Feuer erzeugt und aller Kohlenstoff möglichst in's Glühen gebracht werden, ehe man dem Feuer die hervorgebrachte Wärme entzieht. Bei Dampfkesselfeuerungen macht man am besten alle Seitenwände des Ofens so, daß sie möglichst wenig Wärme ableiten und die Hitze gut zusammenhalten. Man baut also hierbei am besten den Feuerraum aus schlechten Wärmeleitern, und so wird man also, weil sie auch feuerbeständig sein müssen, am besten die feuerfesten Steine dazu ver-

Digitized by Google

wenden. Wo es irgend thunlich ist, wende man hier den gemauerten oder mit Chamotte-Masse ausgeschlagenen Feuerraum an.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, daß es bei den Feuerungsanlagen hauptsächlich auf eine möglichst vollkommene Rauchverzehrung ankommt, und wollen wir derselben im Nachstehenden noch eine eingehende Betrachtung widmen. Der Rauch, welcher aus dem Schornstein zieht, enthält eine Menge unverbrannter Theile, durch welche er sichtbar wird. Um nun namentlich bei großen Kesselfeuerungen diesen Brennstoff nicht zu verlieren und um andererseits Unannehmlichkeiten von Seiten der Nachbarn wegen Rauchbelästigung vorzubeugen, hat man verschiedene Vorkehrungen, besonders am Roste und dem vorderen Theil der Kesselmauerung getroffen, wodurch gleichzeitig die durch das Verbrennen des Rauches erzeugte Hitze vollständiger benutzt wird.

Da bei uns nicht die eine oder andere rauchverzehrende Einrichtung angewendet werden muß, so wird jedes Mittel, welches dazu dient, die Rauchverzehrung zu befördern, zweckentsprechend sein, und mit Rücksicht hierauf werden wir weiterhin mehrere Mittel in einer Stufenfolge aufzählen.

Gewöhnlich raucht es dann stark aus dem Schornstein, wenn der Rost entweder voll Schlacken liegt, oder wenn er so dick mit Brennmaterial bedeckt ist, daß nicht Luft genug durch die Zwischenräume zwischen den Roststäben treten kann, um den Qualm vollständig zu verbrennen; andererseits aber auch, wenn zu viel Luft zuströmt, so daß das Feuer zu viel abgekühlt wird und nicht Hitze genug besitzt, um den Rauch zu entzünden. Der erstere Fall tritt namentlich dann ein, wenn der Kessel mehr Dampf liefern soll, als ihm eigentlich zukommt, und wenn deshalb mehr

Digitized by Google

Brennmaterial aufgegeben wird, als mit Rücksicht auf die Größe des Rostes und die übrige Anlage vollständig verbrennen kann; der letztere Fall besonders dann, wenn die Feuerthür geöffnet wird, um die Schlacken zu entfernen und neues Brennmaterial aufzugeben. Zu anderen Zeiten raucht es, wenn die ganze Anlage gut und der Heizer achtsam ist, weniger, so daß ein gewandter Heizer und eine gewöhnliche, aber gute Anlage zur Rauchverzehrung sehr wesentlich beitragen.

Zu einer zweckmäßigen Anordnung gehört (außer gutem Rost, Schornstein und Zugcanälen) eine *Feuerbrücke*, die entweder oben gerade, oder concentrisch zu dem Kessel ist. Bei dieser Brücke wird auch das Mauerwerk an den Seiten eingezogen. Dadurch wird das Feuer von dem Rost der rechten Seite nach dem der linken Seite gedrängt, und da außerdem der Querschnitt des Zuges an der Brücke geringer ist, so wird das Feuer auch zusammengedrängt, mischt sich vollständiger mit der noch unverbrannten Luft *und entzündet, da es noch Hitze genug besitzt, den Rauch*. Die Brücke wirkt ganz ebenso, wie die eingekniffene Stelle an den Lampencylindern, durch welche eine vollständige Verbrennung, eine Stichflamme und ein intensiveres Licht erzielt wird. Wir setzen deshalb im Folgenden immer eine Feuerbrücke voraus.

Eine weitere Vorkehrung, die bei kleinem bröcklichen Brennmaterial angewendet wird, *ist der Treppenrost*.

Durch denselben wird nicht allein das Durchfallen des Brennmaterials, sondern auch das Verstopfen des Rostes und die Hemmung des Luftzutrittes verhindert und *dadurch die Rauchverzehrung befördert*.

Bei sehr breiten Rosten wendet man nicht eine große Feuerthür, sondern zwei kleinere in einiger Entfernung von

Digitized by Google

einander an, sowohl der Bequemlichkeit wegen, als auch deshalb, um beim Feuern und Schüren nur eine kleinere öffnen zu müssen, wodurch das Feuer weniger abgekühlt und starker Rauch vermieden wird.

Ein anderes Mittel besteht darin, nicht allein zwei Feuerthüren anzuwenden, sondern auch den Rost durch eine Zunge in zwei Theile zu theilen, also zwei Roste nebeneinander anzuwenden. Es wird dabei ebenfalls erst auf der einen Seite gefeuert, und nachdem es hell brennt, auf der andern; der Qualm, welcher sich dabei entwickelt, wird über der Feuerbrücke von dem hellbrennenden Feuer entzündet. Noch vollständiger ist dabei die Rauchverzehrung durch das über dem Rost befindliche Gewölbe erreicht. Ein solches Ueberwölben des Rostes ist ebenso nützlich für die Haltbarkeit der Kessel, wie für die Rauchverbrennung. Denn, wie das erhitzte Gewölbe eines Backofens auf das Brot wirkt, so wirkt hier das Gewölbe, nur noch stärker, auf das Brennmaterial und den Rauch und entzündet denselben. Wird dabei das Gewölbe bis hinter die Feuerbrücke verlängert, so befördert es die Haltbarkeit des Kessels, namentlich dann, wenn gerade eine Nietenreihe über die Feuerbrücke trifft.

Wenn hier die Rauchverzehrung wesentlich dadurch erreicht wurde, daß die Feuerung vollständig abgeschlossen wurde, so wird sie es noch mehr, wenn man die Feuerbrücke bis an das Gewölbe gehen läßt, in dem Gewölbe kleine Oeffnungen anbringt und den Kessel etwa 23 Centimeter über das Gewölbe legt, so daß das Feuer durch die kleinen Oeffnungen im Gewölbe unter den Boden des Kessels schlägt. Diese Anordnung kommt mit einigen Abänderungen

Digitized by Google

auch bei Retortenöfen (Gasöfen) vor; ist dabei ein solcher Ofen und der Schornstein vollständig durchgewärmt, und wird ferner ununterbrochen gefeuert, daß die Gewölbe zum Glühen kommen, so hat man, wenn die Anlage sonst gut ist, eine totale Rauchverbrennung, so lange die Feuerthür geöffnet wird, um zu schüren und Brennmaterial aufzugeben.

Während ein günstiger Erfolg durch die angeführten rauchverzehrenden Vorrichtungen gewiß ist, so ist er es bei der jetzt folgenden, die man wesentlich als rauchverzehrendes Mittel versteht, nur bei gehöriger Achtsamkeit des Heizers. Dieses Mittel besteht darin, dem Feuer möglichst erwärmte Luft in feinen Strahlen zuzuführen, damit sich diese mit dem Rauch mische und denselben verbrennen könne: eine Einrichtung, wo die Canäle unter der Feuerbrücke durchgehen und die in denselben befindliche Luft durch kleine Canälchen oder Röhrchen über der Feuerbrücke in das Feuer strömt und zur Verbrennung des Rauches dient. Verschiedene Abänderungen dieser Einrichtung übergehen wir und bemerken, daß es raucht, wenn zu viel Luft durch die Canäle zuströmt, und ebenso, wenn nicht genug Luft zuströmt.

Der Heizer müßte also eigentlich durch Spiegelreflex den Schornsteinkopf vom Kessel aus sehen und mit Rücksicht auf den Gang der Heizung beurtheilen können, ob die Canäle vorn mehr zu schließen oder zu öffnen seien.

Sind die Canäle klein, so hat man nicht zu befürchten, daß zu viel Luft zuströmt; sind dieselben sehr groß und münden sehr viele kleine Canälchen über oder hinter der Feuerbrücke in das Feuer, so muß man dieselben durch einen ebenso durlöcherten Schieber zum Theil schließen oder öffnen können, je nachdem man den Schieber etwas herauszieht oder hineinstößt.

Digitized by Google

II.

Der Rost.

Der Rost ist derjenige Theil der Feuerungsanlage, auf dem der Brennstoff ausgebreitet wird, durch die Zwischenräume seiner Stäbe, die Rostspalten, zieht die Luft vermöge der Zuströmung ein und unterhält die Verbrennung. Es ist also erste Bedingung für die Güte eines Rostes, daß er genug Fläche habe, um die Brennstoffe in nicht zu dicken Lagen aufnehmen zu können.

Die Summe der Rostspalten wird in der Regel für Steinkohlen zu $^1/_4$ der ganzen Rostfläche genommen. Holz und Torf bekommen engere Oeffnungen, nämlich $^1/_4$ bis $^1/_7$. Bei Steinkohlen dürfen die Spalten zwischen den Roststäben nicht über höchstens 1·3 Centimeter breit sein, der Stab wird die dreifache Breite der Oeffnung erhalten. Am besten ist es, die Stäbe möglichst schmal zu machen. Roste für Holzfeuerung können Oeffnungen von 6·5 Millimetern erhalten, für Torffeuerung macht man breite Stäbe und breite Oeffnungen. Staubige, ungeformte Braunkohlen erhalten Stäbe von 1·3 Centimetern Stärke und 4·3 Millimetern Spalten, eckige Braunkohlen in Klötzen erhalten 2 bis $2^1/_2$ Centimeter starke Stäbe und 8 Millimeter bis 1·3 Centimeter starke Oeffnungen.

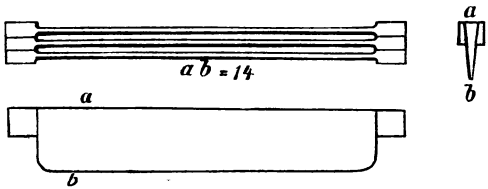
Man macht gewöhnlich die ganze Rostfläche $^1/_{18}$ bis $^1/_{36}$ von der Heizfläche. Auch nimmt man an, daß auf 1 Quadratmeter Rostfläche in der Stunde 80 bis 90 Kilogramm Steinkohlen verbrannt werden können. Gesetzt, die Brennstoffschicht bedecke $^3/_4$ der Rostspalten und es trete die kalte

Digitized by Google

Luft durch den Rost mit zweimal größerer Geschwindigkeit in den Herd, als die warme Luft oben zum Kamin abzieht, so wird die Fläche der Rostspalten gleich dem kleinsten Querschnitt des Kamins gemacht.

Der Rost kann sowohl aus Schmiede- wie Gußeisen sein. Die einzelnen Stäbe müssen lose auf Trägern liegen, dürfen also der Länge und Breite nach nicht gespannt sein, weil sie sich in der Hitze stärker ausdehnen, als die steinernen Wände des Ofens, in denen die Träger ruhen. Wo man dies nicht beobachtet, werden sich die Stäbe biegen und krümmen.

Fig. 22.



1. Einfacher gerader Rost. (Fig. 22.) Ein solcher ist ungefähr 86 Centimeter lang (Fugenlänge zwischen den Köpfen, abgesehen von der Verdickung in der Mitte 78 Centimeter) und besitzt der ganzen Länge nach die gleichmäßige Höhe von 14 Centimetern. Er ist oben 10 Millimeter breit, unten 4 Millimeter, die Fuge hat 9 Millimeter. Das Charakteristische dieses Roststabes ist seine große und gleichmäßige Höhe bei verhältnißmäßig geringer Dicke.

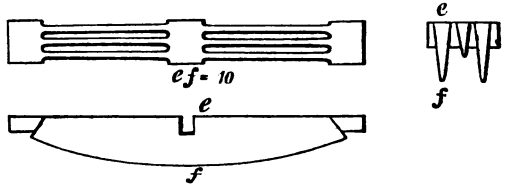
Das Gewicht eines Stabes ist annähernd 6 Kilogramm. Der Quadratmeter Rost würde ein Gewicht von ungefähr 400 Kilogramm und eine Gesammtfuge (freie Fläche) von 0·4 Quadratmetern besitzen.

2. Der Champagne-Rost. Drei in einem Stück zusammengegossene Stäbe, deren beide äußere 10 Centi-

Digitized by Google

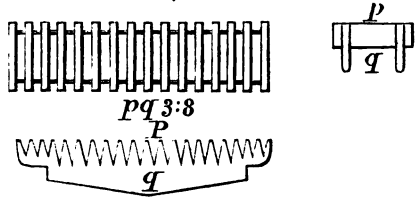
meter als größte Höhe besitzen, während der mittlere nur 6 hat. Die Länge beträgt 70 Centimeter. Die Breite eines Stabes ist 9, die Fuge 8 Centimeter. Das Charakteristische der sogenannten Champagne-Roste liegt in der Vereinigung dreier Stäbe zu einem Gußstück, wodurch ein Verziehen nicht wohl eintreten kann und das Gewicht verhältnißmäßig vergrößert ist, so daß beim Schüren eine Lageveränderung kaum möglich ist.

Fig. 23.



Das Gewicht dreier Stäbe beträgt 10·6 Kilogramm. Das Gewicht des Quadratmeters 266 Kilogramm, die freie Fläche des Quadratmeters 0·425 Quadratmeter. (Fig. 23.)

Fig. 24.



3. Querstab-Rost. (Fig. 24.) Bei diesem Rost sind 28 Stäbe mittelst zweier Querstücke zu einem Gußstück vereinigt von 55 auf 14·5 Centimeter Fläche. Die Stäbe haben die geringe Höhe von 3·8 Centimetern, je 3 an jedem Ende, über dem Auflager sogar nur 2·5 Centimeter. Die obere Breite der Stäbe ist 13 Millimeter, die Fuge

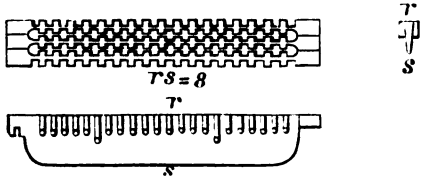
Digitized by Google

7 Millimeter. Das ganz Charakteristische an diesem Rost besteht darin, daß die Roststäbe nicht in der Richtung von vorn nach hinten, sondern von rechts nach links liegen. In Folge des großen Gewichts liegt der Rost fest auf, auch soll er sich schön eben halten. Die Schlacke läßt sich hier besser entfernen durch scheerenartiges Abstoßen, während sie sich, bei der gewöhnlichen Lage der Luftspalten leicht verkeilt.

Ein Gußstück wiegt 15·8 Kilogramm. Der Quadratmeter Rost besitzt ein Gewicht von 200 Kilogramm und eine freie Fläche von 0·354 Quadratmetern.

4. Der Moerth'sche Rost von Gebr. Gienanth in Eisenberg. Der Stab hat eine zickzackartige Form, ist

Fig. 25.



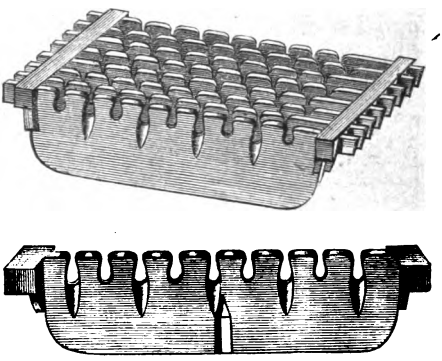
67·5 Centimeter lang (die Luftfuge 60); die gleichmäßige Höhe beträgt 8 Centimeter. Die breitere Fläche oben hat 18, die schmälere 6 Millimeter. Die gebildeten Fugen haben 6 zu 15 und 8 zu 18 Millimeter Weite. Unter jeder schmäleren Stelle hat der Stab ein 1 Centimeter weites Loch. Je 5 Stäbe sind zu einem Stück zusammen genietet, um ein schweres stabiles, nicht leicht sich verziehendes Stück herzustellen. Das Charakteristische des Rostes besteht in der Zickzackform, der Durchlöcherung und der Verbindung von 5 Stück. Durch die Form gedenkt man die Luft mehr vertheilt in den Brennstoff zuzuführen; die Durchlöcherung soll die Abkühlung durch die Luft vermehren. (Fig. 25.)

Digitized by Google

Das Gewicht von 5 verbundenen Stäben beträgt 18·8 Kilogramm. 1 Quadratmeter Rost wiegt 235 Kilogramm und hat 0·375 Quadratmeter freie Fläche.

5. Der amerikanische Feuerrost von Fletscher in New-York. (Fig. 26.) Die besonderen Vorzüge des Rostes sind: die durch die eigenthümliche Construction der Stäbe bedingte freie Circulation der Luft durch den ganzen Rost, wodurch eine sehr schnelle und vollständige Verbrennung der Kohle und daher eine weit raschere Dampferzeugung als

Fig. 26.



bei anderen Rosten erzielt wird. Die Rostoberfläche kühlt rascher aus, in Folge dessen hängen sich an dieselbe keine Schlacken an und der Rost conservirt sich besser als die bisherigen. Eine Verziehung des Rostes ist nicht möglich, weil die Expansion auf ein Minimum reducirt, die Stäbe nicht in Spannung versetzt.

Nach den bisherigen Erfahrungen giebt dieser Rost eine Ersparniß an Brennmaterial von 15—20 Percent.

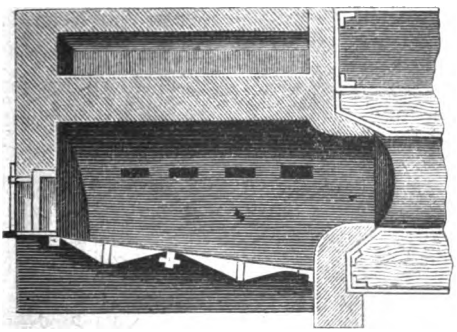
Für den Gebrauch dieses Rostes werden folgende Weisungen gegeben: Um möglichst Brennmaterial zu sparen,

Digitized by Google

muß der Luftzug gehemmt und am besten durch Dämpfer im Schornstein regulirt werden.

Besonders zu beachten ist, daß die Roststäbe nicht zu weit und nicht zu eng von einander entfernt liegen dürfen; die Entfernung muß nach der zur Verwendung gelangenden Kohle regulirt werden; es ist daher nöthig, bei der Bestellung in dieser Richtung möglichst genaue Angaben zu machen und zur Richtschnur die Entfernung der im Gebrauch habenden Roststäbe von einander genau anzugeben. Ferner

Fig. 27.



ist beim Einlegen der Roste zu beobachten, daß die oberen Einschnitte nicht in gerader, sondern stets in schräger Richtung correspondiren, wie dies aus unserer Abbildung ersichtlich ist.

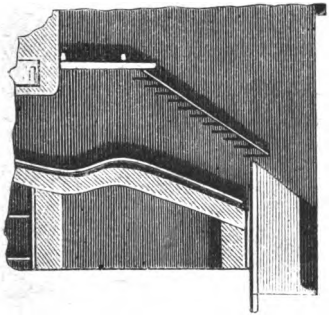
Die Roste können entweder auf einen gewöhnlichen glatten Rahmen gelegt werden, oder es bekommt derselbe Einschnitte, so daß jeder Stab in einen besonderen Falz zu liegen kommt.

6. Erfordert der Rost eine größere Länge, so ordnet man oft den sogenannten Doppelrost (Fig. 27) derart an, daß zwei Roste der Länge nach aneinander stoßen und in der Mitte durch eine Querstange unterstützt werden.

Digitized by Google

Giebt man den Rosten eine geneigte Form, so liegt das höhere Ende der Roststäbe in einem Falz, der sich in der Bodenplatte (Vorplatte) der Feuerthür befindet, oder, was noch besser ist, auf einer eisernen Querstange, die aber mindestens 6·5 Mm. von der Feuerthür entfernt liegen muß, weil die Roststäbe sich durch die Wärme ausdehnen und sonst die Feuerthür herausdrängen würden. Da sich aber immer noch Schlacken zwischen den Rost und die Feuerthür setzen können, so empfiehlt es sich, die Roststäbe an den Enden nach unten zu abzuschwächen.

Fig. 28.



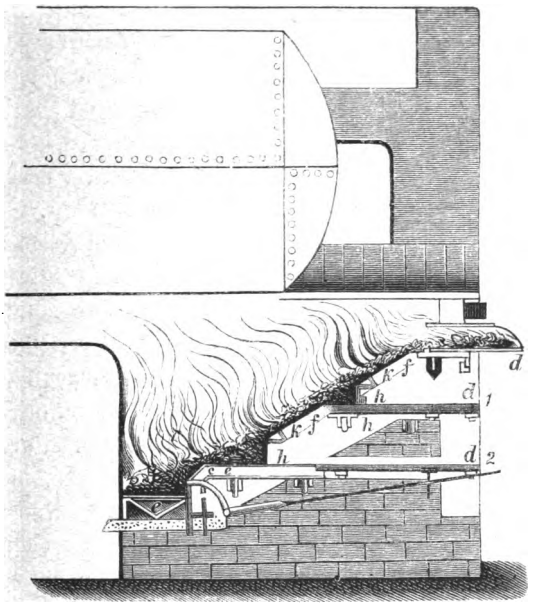
7. Der Treppenrost. Für kleines bröckliches Brennmaterial, wie Grieskohlen, ist es vortheilhaft, einen Treppenrost (Fig. 28) anzuwenden, der wie eine kleine Treppe schräg gestellt ist und aus Seitenwangen und dazwischen eingelegten Stäben besteht. Um diese Treppenroste bequemer reinigen zu können, sind sie drehbar um einen Punkt, der sich in der oberen Hälfte befinden muß, damit sie sich nicht von selbst drehen.

8. Der Langen'sche Etagenrost (Fig. 29) besteht aus drei in absteigenden Etagen aufeinander folgenden kurzen Rosten von knieförmigem Profil und einem kleinen Schlackenrost am Fuße des Herdes, wie beim Treppenrost. Jeder der drei Knieroste kann von seiner Feuerplatte, welche eine Rückwärtsverlängerung des oberen Knieschenkels ist, beschickt, geschürt und überhaupt in Ordnung gehalten werden. Dabei läßt sich die Luftzuführung durch Anhäufung oder

Digitized by Google

Verminderung der auf den Vorplatten liegenden Brennstoffmassen sehr bequem reguliren. Die Verbrennung ist eine rauchlose und sehr günstige und der Rost schon sehr verbreitet; namentlich ist er sehr sparsam bei regelmäßigen

Fig. 29.



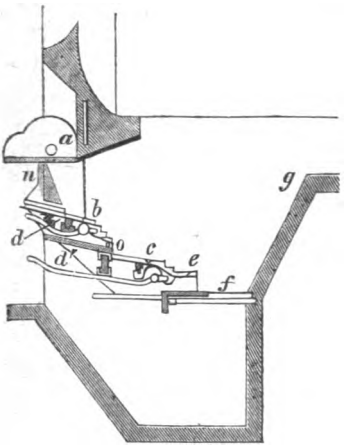
Betrieben. Für stark schlackende Brennstoffe eignet er sich nicht so gut als der Treppenrost.

9. Der Klarkohlenrost von Bolzano (Fig. 30) besteht, entsprechend der Größe der Rostfläche, aus einer oder zwei Abtheilungen geneigter, an den Enden mit einem treppenartig geformten Ansatze e versehener Roststäbe b c, von denen immer der zweite durch einen um einen Bolzen d

Digitized by Google

drehbaren Hebel d' in verticaler Richtung sich verschieben läßt, und aus einem Planrost f, welch' letzterer mittelst Handhabe herausgezogen werden kann. Das obere Ende des Rostes ist durch eine Platte abgeschlossen, und über dieser befindet sich die Aufschüttvorrichtung, welche aus einer, auf dem angegossenen Zapfen a ruhenden, mit Seitenwänden versehenen Platte besteht, die sich mittelst eines Handgriffes von vorn niederkippen läßt; nach vorn hin wird der Rost durch die etwas geneigt stehende, mit Schaulöchern versehene Platte n begrenzt.

Fig. 30.



Bei dem Feuern wird das auf dieser Platte befindliche Brennmaterial durch Heben derselben auf den Rost herabgestürzt, wobei die Treppenstufen ein Vorrollen etwaiger größerer Stücke verhindern, und auf den geneigten Rostflächen ausgebreitet. Ist dabei das Brennmaterial backend und schlackenbildend, so wird durch mehrmaliges Bewegen der Hebel d, d' die zusammengesinterte Masse leicht aufgelockert. Das dabei durch die Rostspalten auf die Platte o fallende Kohlenklein wird mit einer Krücke auf die untere geneigte Rostfläche geschoben. Im Allgemeinen hat der Heizer dafür zu sorgen, daß der zwischen den einzelnen Rostflächen befindliche Zwischenraum von bei-

65 Mm., welcher zum Zerbrechen der Schlacken er- [illegible] dicht mit Brennmaterial verschlossen bleibt.

Digitized by Google

Das Schüren erfolgt nach zwei- oder dreimaligem Aufgeben mittelst eines flachen Schüreisens zuerst von der unteren Treppe auf den Planrost, dann von der oberen auf die untere Treppe. Alle zwei Stunden sind die Schlacken zu entfernen; dabei wird die Planrostfläche mit dem Schürhaken mehrmals durchgeschürt, um die Schlacken zu lockern und diese durch Zurückziehen des Rostes in den Aschenfall gestürzt. Der Rost wird dann sogleich wieder vorgeschoben, mittelst des Schüreisens mit den Rückständen der unteren Treppe bedeckt und auf dieser ebenso ein Theil des Feuers von der oberen Treppe ausgebreitet, um das sofort nachgestürzte frische Brennmaterial augenblicklich zur Entzündung zu bringen.

Mittelst dieses Rostes soll 1 Kilogramm feiner Braunkohle 5 Kilogramm Wasser verdampfen.

10. Der Planrost von Mehl, bei welchem die Rostlänge aus mehreren einzelnen Stablängen hergestellt ist. Die Stäbe sind sehr dünn, oben 6 Millimeter, unten 4 Millimeter stark und bieten auch nur einen Zwischenraum an der Oberfläche des Rostes von 2 bis 3 Millimeter. Jeder Stab hat 32·5 Centimeter Länge (offene Fuge 25·5), 7·5 Centimeter größte Höhe. Die Stäbe werden unverbunden eingesetzt. Besonders hervorzuheben ist, daß die einzelnen Stäbe nicht stumpf hintereinander stoßen, sondern ineinander eingreifen.

Das Gewicht eines Stabes beträgt 0·6 Kilogramm. Der Quadratmeter Rost hat ein Gewicht von 207 Kilogramm und 0·36 Quadratmeter frei Fläche.

11. Wasserrohr-Roststäbe von Ellis. In diese Roststäbe ist ein eisernes oder stählernes Rohr eingegossen, welches von der Unterseite des Vorderendes — der Auflagerfläche — des Roststabes ausgeht und längst der Oberseite desselben hinläuft, mit einer Biegung nach

Digitized by Google

unten zurückkehrt und wieder auf der Auflagerfläche des Stabes heraustritt. In dem Träger für die Roststäbe, welcher mit zwei durchgehenden Höhlungen versehen ist, fließt das Wasser zu und ab. Aus den Auflagerflächen der Roststäbe stehen die Enden des Rohres etwas vor und bilden kleine Schnauzen, welche in entsprechende Oeffnungen des Trägers eingreifen, so daß die beiden Enden des Rohres mit den Zu- und Abflußcanälen für das Wasser in Verbindung stehen. Ein eingelegter Gummiring dient dabei zur Dichtung. Zwischen den beiden Röhren ist ein Schraubenbolzen eingegossen, vermittelst dessen der Roststab fest auf den Träger aufgepreßt werden kann. Sämmtliche Roststäbe werden in dieser Weise mit dem Träger verbunden; leitet man das zur Kesselspeisung dienende Wasser durch dieselben hindurch, so erreicht man den doppelten Zweck, die Roststäbe kühl zu halten und das Speisewasser vorzuwärmen.

Statt eine Röhre in die Roststäbe einzugießen, kann man in ihnen auch die Höhlung durch Kerne aussparen; oder aber man bildet den ganzen Roststab aus der umgebogenen Röhre allein, ohne jede Umhüllung von Gußeisen.

Als Vortheil dieser Roststäbe führt der Erfinder an: 1. durch das eingegossene Rohr wird der Roststab verstärkt; 2. die Abkühlung durch das hindurchfließende Wasser bewirkt eine sehr gute Erhaltung desselben; 3. das Speisewasser wird bei seiner Passage vorgewärmt; 4. Reparaturen sind leicht auszuführen, da im Falle des Zerspringens eines Roststabes oder sonstiger Beschädigung derselbe leicht weggenommen und durch einen anderen ersetzt werden kann, ohne daß die übrigen Stäbe davon berührt werden, nöthigenfalls kann man die Schnauzen der Röhre eines beschädigten Stabes verstöpseln und denselben wie einen gewöhnlichen Stab benutzen, während die anderen Stäbe wirksam bleiben.

Digitized by Google

Gegen die in 2 und 3 angegebenen Vortheile wäre nichts zu entgegnen, dagegen möchte 1 und 4 sehr zweifelhaft sein.

12. Der bewegliche Rost von Zeh ist eine rauchverzehrende Feuerung. Dieser bewegliche Rost, dessen Neigung gegen die Feuerbrücke zu bedeutend geringer ist als der Abrutschungswinkel der Kleinkohle, eignet sich besonders für die letztere. Die Roststäbe liegen nach der Quere (bei neueren Constructionen auch nach der Länge) wodurch ihre Längendimension kleiner ausfällt, und werden in einer dazu normalen Richtung bewegt. Diese Bewegung geschieht auf zweierlei Weise: entweder erhalten nur die Längenbarren, auf welchen die Roststäbe aufliegen, eine hin- und hergehende Bewegung, oder es wird den Roststäben selbst eine kleine hin- und hergehende Drehbewegung ertheilt, während ihr Auflager fest und unbeweglich bleibt. In beiden Fällen kann diese Bewegung von der Dampfmaschine aus mittelst einer Herzschraube bei kleinerer oder größer zu variirenden Uebersetzung oder auch durch den Heizer selbst mittelst eines Handhebels geschehen. Es ist übrigens Vorsorge getroffen, die Bewegungswiderstände nach Thunlichkeit herabzumindern, indem namentlich die beweglichen Stützen und Längsbarren auf Schneiden gelagert sind; diese letzteren sind auch, um sie vor Erhitzung zu wahren, ziemlich tief unterhalb der Roststäbe angebracht.

Die Beschickung des Rostes geschieht durch einen ganz vorne am Apparate angebrachten Kohlenbehälter mit zum Verändern eingerichteter Zuführungsspalte nach Maßgabe der gewünschten Höhe der Brennstoffschicht in regelmäßiger und stetiger Weise.

Eine Bedingung ist bei dem Zeh'schen Roste, daß nur mit bedeutend zerkleinertem Brennstoffe oder mit Kleinkohle

Digitized by Google

geheizt wird, welche denn auch durch die angegebene Art der Bewegung der Roststäbe continuirlich weiter geschoben wird. Die sich bildende Schlacke wird in einer an die tiefste Stelle des Rostes sich anschließenden Schlackenkammer aufgefangen.

Die Bewegung und die Dicke der Kohlenschicht muß so regulirt werden, daß sowohl am unteren, als auch am oberen Theile einige Roststäbe nicht beleuchtet sind.

Für diesen Rost eignen sich, wie schon angeführt, nur Brennstoffe in zerkleinertem Zustande, wie Kleinkohle, Gerberlohe, Sägespäne u. s. w.'

III.

Schornstein, Register, Klappenschieber, der Fuchs, Feuerthüren, Aschenfall.

Schornstein.

Die Schornsteine haben den Zweck, die Verbrennungs-Producte in's Freie, außerdem aber die zur Verbrennung nothwendige Luftmenge in den Feuerraum zu führen. Es ist daher bei ihrer Construirung nothwendig, das Volumen der Verbrennungs-Producte, welche sie fortführen, und die Luftmengen, welche sie zuführen sollen, annähernd zu kennen. Wie schon früher besprochen, erfahren wir die nöthige Luftmenge aus der Elementar-Analyse.

Wie ebenfalls schon früher bemerkt wurde, tritt bei allen Feuerungen, namentlich bei Dampfkessel-Feuerungen, mehr Luft ein, als zur Verbrennung nothwendig ist, nach Peclet durchschnittlich die doppelte Menge (wenn man

Digitized by Google

die aus der Esse entweichenden Gase untersucht, so findet man noch circa 10 Percent Sauerstoff vor) und man hielt es auch bisher für nothwendig, eine größere Luftmenge zutreten zu lassen, weil man befürchtete, daß zu viel Kohlenoxyd gebildet werde und zu viel brennbare Gase entweichen würden. Bei richtiger Construction der Feuerung, zweckmäßiger Rostoberfläche, einer der Form und Structur entsprechenden, auf dem Rost liegenden dicken Schicht des Brennmaterials, im Vereine mit einer entsprechenden hohen Temperatur des Feuerraumes kann aber aller Sauerstoff der Luft verbraucht werden, ohne daß brennbare Gase entweichen.

Der gute Zug ist wesentlich von der Höhe und Weite des Schornsteines abhängig. Regel ist, daß es in höheren Schornsteinen besser zieht, als in niedrigeren; es hat also das Feuer bei großen Kesseln einen langen Weg durch die Züge zurückzulegen und dabei viel Widerstände zu überwinden, so daß man, um einen guten Zug hervorzubringen, den Schornstein höher machen müsse als für kleinere Kessel, wo die Zugcanäle kürzer sind. Die Schornsteinhöhe ist sonach von der Zuglänge vom Rost bis in den Schornstein und von der Rostfläche abhängig.

Was die Gründung der Schornsteine betrifft, so ist hier dieselbe Vorsicht nöthig, wie bei allen höheren Bauwerken. Die runden Schornsteine macht man, wenn sie aus Formsteinen gefertigt werden, oben 15—23 Centimeter stark; viereckige gewöhnlich etwas stärker und häufig sogar 31—47 Centimeter, besonders wenn man weit ausladenden Kopf aufsetzt, oder wenn man den Schornstein mehr gegen Abkühlung schützen will. Die Weite der Fabriksschornsteine muß größer sein als die Summe der freien Zwischenräume des Rostes, während Schwarz angiebt, bei gewöhnlichen Kesselfeuerungen dem Schornsteine bei einem Kesseldurchmesser

Digitized by Google

unter 2 Meter einen Durchmesser von 21 Centimetern, bei einem größeren Kesseldurchmesser einen solchen von 26 Centimetern zu geben. Bei bedeutenderen Anlagen und sehr hohen Schornsteinen kann man als Regel annehmen, dem Querschnitte des Schornsteines ungefähr die vierfache Fläche derjenigen Oeffnungen zu geben, durch welche die Luft zu dem Feuerraume strömt.

Je höher der Schornstein, desto kräftiger ist bei entsprechender Weite der Zug, und desto leichter wird bei unvollkommener Verbrennung der entweichende Ruß und Rauch von der Luft vertheilt und schadet der Umgebung nichts, desto größer ist ferner der Heizeffect. Bei einer Höhe von 10 bis 12 Meter, welche manche Pyrotechniker für genügend halten, um den höchsten Heizeffect zu erlangen, entweichen die Gase bei vollkommener Verbrennung mit einer Temperatur von 400 bis 500 Grad; bei einer Höhe des Schornsteines von 20 Metern, welche für Dampfkessel von vier Pferdekräften ausreicht, entweichen die Gase bei vollkommener Verbrennung mit 180 bis 280 Grad. Es werden also im letzteren Falle 40 bis 60 Percent mehr Wärme gewonnen.

Vergleicht man die Vorzüge und Nachtheile hoher und niedriger Schornsteine, so findet man:

1. Niedrige Essen lassen die Verbrennungs-Producte mit einer 400 bis 500 Grad hohen Temperatur entweichen, hohe Essen dagegen nur mit 180 bis 280 Grad C., also Ersparniß von Wärme im letzteren Falle.

2. Niedrige Schornsteine sind billiger herzustellen wie hohe.

3. Niedrige Schornsteine führen den Ruß und Rauch nicht so gut ab wie hohe Schornsteine, wodurch man bei ersteren oft an die Umgebungen Schadenersatz zu leisten hat. Hohe Schornsteine sind daher in den meisten Fällen zweck

Digitized by Google

mäßiger. Da aber die Baukosten mit der Höhe steigen, so ist es zweckmäßig, nicht über 40 Meter Höhe zu gehen, da diese Höhe fast für alle Verhältnisse genügen wird, es müßte denn ein derartiger Schornstein in einem Thale liegen, welches von hohen Bergen umschlossen ist.

Die runden Schornsteine verstärkt man nach unten etwa jede 3 Meter um 2 Centimeter, die viereckigen jede 5 Meter um $^1/_2$ Stein. Man macht dabei gewöhnlich keine Absätze, sondern läßt des besseren Aussehens wegen den Schornstein im Aeußeren schräg und im Innern, des besseren Zuges wegen, ebenfalls ohne Absätze, entweder lothrecht oder sich nach oben verengend in die Höhe gehen, haut also die Ziegel. (Vergl. Figur 31 in der Ansicht und 32 im Durchschnitt.) Bei runden Schornsteinen, die sich nach oben nur wenig verjüngen, läßt man im Innern kleine Absätze. (Vergl. Figur 33 A in der Ansicht und B im Querschnitt.) Des besseren Aussehens wegen pflegt man sowohl den runden wie den viereckigen Schornsteinen einen viereckigen lothrecht aufsteigenden Unterbau von mindestens $4\,^1/_3$ Meter Höhe zu geben, der oben mit einem Gesims verziert und gut abgewässert wird.

Dieser Unterbau muß jedoch so stark sein, daß die schräge Böschungslinie, nach unten verlängert, nicht aus dem Mauerwerk heraustritt. Ueber dem Sockel wird bei c eine Reinigungsöffnung von 47 bis 62 Centimeter Breite und 62 bis 94 Centimeter Höhe angelegt und überwölbt; sie wird jedoch nicht durch eine Thüre geschlossen, sondern mit Ziegeln ausgemauert. Oben erhalten die Schornsteine, wenn man ihnen etwas Ansehen geben will, einen sogenannten Kopf, der häufig aus einer Platte besteht, die durch vorgekragte Ziegel (consolartig) unterstützt und gut abgewässert wird. An manchen Orten erfolgt die Abwässerung durch einen eisernen Hut, der zugleich zur Befestigung eines Blitzableiters dient.

Digitized by Google

Was den Verband betrifft, ſo wendet man, da die Schornſteine nur ſelten berappt oder geputzt, ſondern gewöhnlich ſauber ausgefugt werden, meiſtens Kreuzverband an. Da die Schichten nach oben immer kürzer werden (alle

Fig. 33.

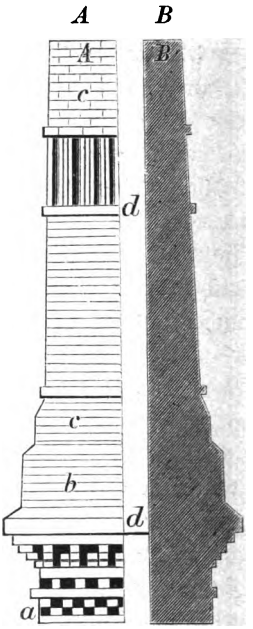


Fig. 32.

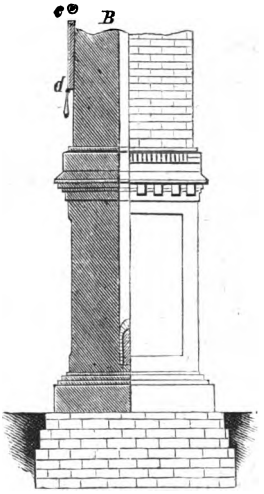
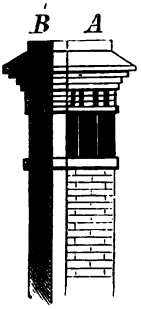


Fig. 31.



4 3/4 M. um 1 Stein), ſo geht der zweite oder dritte Strecker der unterſten Schicht in den folgenden Schichten in ein Quartierſtück über, bis es ganz wegfällt. (Vergl. Figur 31 A.) Da der Schornſtein außen ſchräg in die Höhe geht, ſo benützt man zum Lothen ein Richtſcheit e d, das oben um die Größe der Böſchung breiter als unten iſt.

Im Uebrigen gelten für das Mauern der Schornſteinecken die bekannten Regeln. Bei runden Schornſteinen iſt

Digitized by Google

es nicht vortheilhaft, lauter Streckerschichten zu mauern, weil dann der Schornstein, namentlich wenn er viel Hitze auszuhalten hat, Risse bekommt, sondern es ist besser, Strecker und Läuferschichten wechseln zu lassen, obwohl man dazu mehrere verschiedenartige Formsteine nöthig hat. (Vergl. Figur 33 A.)

In Folgendem ist nebst einer kurzen Angabe der Dimensionen eine statische Berechnung eines großen freistehenden Schornsteines aufgestellt und durchgeführt.

Ist H die Höhe eines Schornsteines, welche zwischen 15 und 45 Meter schwankt und welche von Localverhältnissen abhängig, resp. durch diese bekannt ist, ist das Volumen kalte Luft, welches per Stunde auf dem Roste verbrannt werden soll, = V, so ist der obere innere Querschnitt des Schornsteines nach folgender Erfahrungsformel zu bestimmen:

$$q = \frac{0{\cdot}0015 \times U}{\sqrt{H}} \square M.$$

Ist der Schornstein für eine Dampfmaschinen-Anlage von 30 Pferdekraft, braucht der dazu gehörige Kessel per Stunde und per Pferdekraft etwa 2·5 Kilogramm Steinkohlen und jedes Kilogramm Steinkohle 15 Kubikmeter kalte Luft, so wird für diesen Fall das erforderliche Luftquantum:

$$V = 2{\cdot}5 \times 30 \times 15 = 1125 \text{ Kbm.}$$

Kommt eine Höhe der Esse von 33 Metern zur Anwendung, so wird aus Formel 1 der kleinste Querschnitt:

$$q = \frac{0{\cdot}0015 \times 1125}{\sqrt{33}} = 0{\cdot}236 \square M.$$

also wird der Durchmesser:

$$d_2 = \frac{0{\cdot}236 \times 4}{3{\cdot}14}$$

$$d = 2\sqrt{0{\cdot}075} = 2 \times 0{\cdot}26.$$

$$d = 0{\cdot}54.$$

Digitized by Google

Um den Schornsteinen mehr Stabilität zu geben, macht man sie unten weiter und dicker als oben.

Für Schornsteine aus Backstein soll sein:

1. Die obere Weite im Lichten (laut Rechnung)
$$d = 0{\cdot}54 \text{ M.};$$
2. die untere Weite $D = d + 0{\cdot}013 \times H$, also $= 0{\cdot}96$;
3. obere Wanddicke $e = 0{\cdot}18$ M. und hierfür $= 0{\cdot}25$;
4. untere Wanddicke
$e = e, + 0{\cdot}015 \times H$, und hierfür $= 0{\cdot}75$.

Daher erhält der Schornstein

5. einen oberen äußeren Durchmesser
$$= 0{\cdot}54 + 2 \times 0{\cdot}25 = 1{\cdot}04;$$
6. einen unteren äußeren Durchmesser
$$= 0{\cdot}96 + 2 \times 0{\cdot}75 = 2{\cdot}46 \text{ M.}$$

Register.

Um im Stande zu sein, den Zug einer Esse beliebig zu vergrößern oder zu verkleinern, und die Esse bei unterbrochenem Betriebe ganz schließen zu können, befindet sich zwischen der Feuerung und dem Schornsteine im Fuchs ein sogenanntes Register oder Schieber. Die Form desselben ist je nach der Feuerung verschieden. Bei kleinen Füchsen wendet man Drosselklappen von Guß- oder Schmiedeeisen an. Dieselben befinden sich an einer Spindel, welche von außen einen Griff hat, mittelst welcher die Klappe auf- und zugemacht wird.

Bei größeren Feuerungen, wo die abziehenden Verbrennungs-Producte eine hohe Temperatur haben, benützt man gußeiserne Register. Ist ihre Auflage und Stellung horizontal oder schräge, so wendet man sie in Form von Schiebern an, bei verticaler Stellung aber in Form von Klappen. Bei manchen großen Feuerungen wendet man verticale Schieber

Digitized by Google

an, diese erhalten dann ein Gegengewicht, um sie leicht auf- und niederlassen zu können. Dieselben haben aber das Unangenehme, daß sie viel kalte Luft in den Zug gelangen lassen, weil der ihnen zur Führung dienende Falz wegen der Ausdehnung des Eisens, welche bei engen Falzen das bequeme Auf- und Abschieben hindert, sehr weit und bequem gearbeitet sein muß. Bei den Horizontalschiebern ist das auch der Fall, man giebt ihnen deshalb einen winkelrechten Schirmdeckel von 11 Centimetern Breite, welcher, wenn der Schieber zugeschoben ist, fest an der Wand anliegt und dadurch das Eindringen der kalten Luft verhindert. Bei den verticalen Schiebern habe ich mir dadurch geholfen, daß ich am oberen Ende der Coulisse, in welcher der Schieber läuft, auf jeder Seite des letzteren ein 11 Centimeter hohes Winkelblech, welches 10 Millimeter stark und in Charnieren beweglich war, anbrachte. Hat man dem Schieber beim Anfeuern irgend eine Stellung gegeben, so klappt man das Winkelblech um, so daß es an den Schieber fest anliegt. Die beiden Enden der über die Schieberbreite hinausragenden Winkelbleche wurden durch eine Klemme scharf zusammengepreßt, so daß keine kalte Luft eindringen konnte. Kommt einmal durch die Wärme ein Verziehen der Winkelbleche vor, so können dieselben bald wieder gerade gerichtet werden oder man kann auch die undichte Stelle mit Lehm verschmieren.

Klappenschieber.

An einem Rahmen mit Thür ist ein Stiel mit einer Kurbel zum Drehen, sämmtlich von Schmiedeeisen. Da, wo Rahmen und Thüre zusammentreffen, dem Falze zu, müssen die auf einander liegenden Flächen ganz eben gearbeitet sein, damit ein dichter Schluß entstehe.

Digitized by Google

Die Thür darf beim Oeffnen keinen Raum im Schornstein einnehmen, weil dadurch der Zug gestört werden würde, und ist deshalb für dieselbe eine Nische in der Fuchswand anzubringen. Außerdem muß der Canal auf der Fläche, welche die Registerthüre beim Auf- und Zumachen von der Sohle des Fuchses bestreicht, 8 Centimeter tiefer sein, damit die Thür beim Bewegen keinen Ruß in den Falz des Thürrahmens bringe, wodurch dieselbe nicht mehr fest schließen würde. So wie der Heizer merkt, daß die Thür nicht mehr ordentlich schließt, was er aus Erfahrung an der Stellung des Hebels sieht, muß der Rahmen gereinigt werden. Nach Scholl soll mit Klappenregistern, wenn der Betrieb eine Nacht unterbrochen wird, noch 15 Pfund Dampfdruck am anderen Morgen vorhanden sein, während unter denselben Verhältnissen mit Schiebern nur 10 Pfund vorhanden ist.

Der Fuchs.

Der Fuchs ist derjenige Theil der Züge, welcher zwischen der Feuerung und dem Schornstein befindlich ist, und in welchem sämmtliche Züge einmünden. Derselbe soll nur da hinabsteigend, d. h. so gebaut werden, daß die Mündung des Fuchses tiefer als der Zugcanal des Kessels liegt, wenn mehrere Züge in denselben einmünden, welche, wenn dies bei allen in horizontaler Richtung geschehen würde, das Gegeneinanderstoßen der Verbrennungs-Producte zur Folge hätte, wodurch natürlich der eine oder der andere der Züge in seiner Wirkung gehemmt würde. In allen Fällen, wo nur ein Fuchs in den Schornstein mündet, ist es zweckmäßig, den Zug gerade in den Schornstein oder nach oben steigend, einmünden zu lassen, nur halte man darauf, daß seine Oeffnung 31 bis 62 Centimeter über der Sohle des letzteren liege, damit dieselbe nicht durch Ruß und Flugasche

Digitized by Google

verstopft werde. Ebenso halte man darauf, daß der Fuchs sowohl wie die Züge keine rechten Winkel bilden, wodurch der Zug gehindert wird, sondern daß alle Ausmündungen so viel wie möglich abgerundet sind.

Feuerthüren.

Der Zweck, der den Feuerraum verschließenden Thüre ist, den Zutritt der kalten Luft abzuhalten und die Ausstrahlung der Wärme nach außerhalb des Feuerraumes zu verhindern. Die Einrichtung einer guten Heizthür muß ferner so beschaffen sein, daß sie bequem geöffnet und geschlossen werden kann, und daß sie dem Beschütten des Rostes keine Hindernisse in den Weg stellt.

Durch die starke Hitze von innen und die Abkühlung von außen ziehen sich die Thüren krumm und schließen nicht mehr fest, man versieht sie deshalb zweckmäßig mit einer zweiten Schutzthür, welche die äußere Thüre von der zu großen Einwirkung der Hitze schützt. Diese zweite 12 Millimeter starke Thür ist von der ersten circa 8 bis 12 Centimeter entfernt und durch 4 bis 6 gußeiserne Zapfen mit derselben verbunden. Das Thürgestell, welches die Thüre trägt, muß mit der Feuerplatte und dem Rostträger verbunden sein, um dadurch dem Ofen einen festen Halt zu gewähren. Durch die Erfahrung hat sich ferner herausgestellt, daß es nicht gut ist, das Thürgestell aus einem Stück zu gießen, indem dasselbe durch die unregelmäßige Ausdehnung und Abkühlung mehr leidet, wodurch es häufiger springt und auch einen zerstörenden Einfluß auf die vordere Feuerungsmauer ausübt.

Man verfertigt daher die beiden Thürsteher, die obere und untere Deckplatte, allein und verbindet das Ganze durch Schrauben. Die Entfernung zwischen Rost

Digitized by Google

und Feuerthür soll 30 bis 40 Centimeter, die Thürhöhe 25 bis 30 Centimeter sein; die Breite hängt von dem Rost ab.

Das Innere zwischen den beiden Thüren wird entweder mit Ziegelsteinen ausgemauert oder mit Asche ausgefüllt.

Ein zwischen Thür und Rost liegender Verbindungsrost ist zweckmäßiger wie die früher angeführte Feuerplatte, weil letztere leicht springt und ihre Erneuerung kostspielig und unbequem ist, während ein Roststab leicht und bequem ersetzt werden kann, wenn er unbrauchbar wird.

Da der Torf keine Schlacken bildet und der Rost leicht von unten gereinigt werden kann, so ist es zweckmäßig, die Thür bei demselben fort zu lassen und das Aufschütten des Torfes mittelst eines Trichters und Canals von oben zu bewerkstelligen. Um aber den Torf hierbei gut auf den Rost vertheilen zu können, bringt man vorn in der Ebene des Rostes eine mit einer Thür verschließbare Oeffnung von etwa 28 Quadratcentimetern an, durch welche man mit einem Schüreisen bequem durchgelangen kann. Das untere Ende des Canals mündet mitten auf dem Rost und bildet mit der Horizontalen einen Winkel von wenigstens 50 Grad.

Aschenfall.

Der Aschenfall bildet gewöhnlich auch die Oeffnung, durch welche gleichzeitig die zur Verbrennung nothwendige Luft eintritt.

Um bei eintretender Unterbrechung des Betriebes eine starke Abkühlung der Feuerung zu vermeiden, ist es gut, wenn der Aschenfall mit einer Thür versehen ist, welche in solchen Fällen geschlossen werden kann und welche im Vereine mit den geschlossenen Zugschiebern den Zutritt der kalten Luft hindert. Was die Größe desselben anbetrifft, so soll er

Digitized by Google

mindestens einen ebenso großen Querschnitt haben, daß die zur Verbrennung nothwendige Luft einströmen kann. Wie schon früher berührt worden, enthält der Aschenfall an der Sohle ein metallenes oder gemauertes Becken, in welchem sich Wasser befindet. Das Wasser wird hierbei durch die strahlende Wärme des Rostes erwärmt und verdampft. Der Dampf tritt durch die glühende Kohlenschicht in die Feuerung wodurch die Flamme eine größere Ausdehnung erhält und genährt wird, wenn die ihrer flammenden Bestandtheile beraubten glühenden Kohlen bei trockenem Luftzuge keine Flamme mehr geben würden.

Der Wasserdampf wirkt ferner dadurch günstig, daß er die Verbrennung verlangsamt und die Verbrennungs-Producte in innigere Berührung mit dem zu erhitzenden Körper bringt, wodurch letztere Gelegenheit haben, ihre Wärme besser abzugeben.

Außerdem wirkt das Wasser wohlthätig auf den unteren Theil des Rostes, indem es dessen Temperatur erniedrigt und dadurch vor zu schnellem Verbrennen schützt.

IV.

Die Dampfkessel und deren Einmauerung.

Je nach der Spannung der Wasserdämpfe unterscheidet man Niederdruck-, Mitteldruck- und Hochdruck-Dampfkessel, wobei ein Ueberdruck von 2 bis $2^1/_2$ Atmosphären als Mitteldruck gilt. Je nach der Art der Aufstellung unterscheidet man die stationären von den locomobilen oder transportablen Kesseln.

Digitized by Google

Die Kesselformen sind außerordentlich verschieden, es sind aber hauptsächlich folgende Formen zu unterscheiden:

a) Einfache Kessel, welche in früherer Zeit zu meile eine kofferähnliche Form hatten, jetzt aber ausschließlich Cylinderform erhalten mit äußerer Feuerung.

b) Cylinderkessel mit 1 bis 3 Siederöhren.

c) Cylinderkessel mit 1 bis 2 Flammröhren, wobei der Rost mit einer Art Vorfeuerung angebracht ist.

d) Cylinderkessel mit 1 bis 2 Feuerröhren, innerhalb deren sich der Rost befindet.

e) Vertical stehende Cylinderkessel.

f) Röhrenkessel aus 2 oder 3 etwas schräg liegenden Cylindern mit gemeinschaftlichem Dampfsammler.

g) Horizontale Kessel mit einer größeren Anzahl von Röhren.

h) Verticale Kessel mit einer größeren Anzahl von Röhren.

Als Heizfläche wird derjenige Theil f der Kesselfläche F bezeichnet, welchem die Flamen und Verbrennungs-Producte überhaupt bestreichen.

Da F, d. h. die gesammte Oberfläche des Kessels, das Gewicht desselben bestimmt, also die Anschaffungskosten, so wird die Leistung eines Kessels gegenüber dem Preise um so größer sein, je größer $\frac{f}{F}$ wird.

Je größer außerdem unter sonst gleichen Umständen die Heizfläche ist, um so mehr Wärme muß der Kessel aufnehmen; dies findet seine Grenzen in der Abkühlung der Verbrennungs-Producte, welche zuletzt keine Wärme mehr abgeben. Durch diese Grenze ist die Länge der Feuerzüge und somit die Länge des Kessels bedingt, und man findet

Digitized by Google

bei stationären Kesseln die gesammte Länge der Feuerzüge selten unter 12 Meter und auch nicht über 30 Meter.

Je nach der Größe des Kessels, der Güte des Brennmaterials und der Höhe der Dampfspannung verdampft 1 Quadratmeter stündlich 15, 20, 25 Kilogramm Wasser, oder es gehören zur stündlichen Production von 1 Kilogramm Dampf 0·06, 0·05, 0·04 Quadratmeter Heizfläche.

Man nimmt ferner in der Praxis per Pferdestärke:

die Heizfläche	bei Steinkohlen-Feuerung	bei Braunkohlen und Torf
	Quadratmeter	
bei großen Kesseln	1	1·5
bei kleinen »	2	2·5
im Mittel	1·5	2·0

Wenn der Kohlenverbrauch ein möglichst geringer sein soll, ist die Heizfläche angemessen groß zu machen, was in dem Gesagten seine vollkommene Erklärung findet.

Die absolute Größe der Heizungsfläche ist übrigens für den Effect nicht allein entscheidend, es spricht wesentlich die Einmauerung mit, weil dadurch die Richtung bestimmt wird, in welcher die Verbrennungs-Producte an der Heizfläche hingehen.

Die Größe des Rostes ist sehr verschieden, je nach der Construction des Kessels, dem verwendeten Brennmaterial und dem Zugbeförderungs-Mittel. Durchschnittlich können stündlich auf 1 Quadratmeter Rostfläche verbrannt werden 100 Kilogramm Steinkohlen, 125 Kilogramm Braunkohlen und eben so viel Holz oder Torf.

In der Praxis rechnet man erfahrungsmäßig für stationäre Anlagen:

a) mit Steinkohlen bei kleinen und mittleren Kesseln 1 Quadratmeter Rost für 10 Pferdestärken; bei großen

Digitized by Google

Kesseln und innerer Feuerung auch wohl über 1 Quadratmeter Rost für 30 bis 40 Pferdestärke.

b) mit Braunkohlen je nach Qualität und Größe des Kessels, bei mittleren und kleinen Kesseln 1 bis $1^1/_2$ Quadratmeter für 10 Pferdestärken, bei großen Kesseln zuweilen nur 1 Quadratmeter Rost für 20 Pferdestärken;

c) mit Holz durchschnittlich nur 1 Quadratmeter für 10 Pferdestärken.

Die freie Rostfläche, d. h. die Oeffnungen oder Zwischenräume zwischen den Roststäben betragen:

für Steinkohlen $^1/_5$ bis $^1/_4$ der totalen Rostfläche,

für Braunkohlen und Torf $^1/_4$ bis $^1/_3$, auch bis zu $^2/_5$ der gesammten Rostfläche,

für Holz $^1/_7$ bis $^1/_6$ der gesammten Fläche.

Beim Einlegen der Roststäbe ist zu berücksichtigen, daß denselben mindestens $^1/_{36}$ bis $^1/_{24}$ ihrer Länge zur Ausdehnung in der Hitze ermöglicht wird.

Je nach der Breite des Planrostes gebraucht man eine oder zwei Heizthüren. Die einflügeligen Heizthüren sind im Lichten 31 bis 39 Centimeter breit und 26 bis 30 Centimeter hoch; die zweiflügeligen haben 44 bis 52 Centimeter lichte Breite bei 29 bis 37 Centimeter Höhe.

Der Aschenfall erhält die Breite und Länge des Rostes, dabei ist derselbe möglichst tief zu machen, nicht unter 80 bis 90 Centimeter Höhe und bei großen Kesseln nicht unter 1·5 bis 1·8 Meter. Auch ist der Zugang von unten zum Herausschaffen der Asche jeder anderen Anordnung vorzuziehen.

Die Länge der Feuerzüge ist zum Theile von dem [illegible]ängig, sie werden aber selten unter 11, [illegible]er lang gemacht. Der Querschnitt [illegible] freien Rostfläche, indessen kann man

Digitized by Google

bei gut ziehendem Schornstein dieselben auch enger halten, für Steinkohlen $^1/_6$ bis $^1/_5$, für Holz bis $^1/_8$ der gesammten Rostfläche, nur muß dann öfter gereinigt werden.

Leistung	Rostfläche		Schornstein	
	Braunkohlen-Feuerung	Steinkohlen-Feuerung	Höhe	lichte Weite
	Quadratmeter		Meter	
Bis 10 Pferde .	1·00	0·50	20	0·50
„ 20 „ .	1·75	0·75	30	0·60
„ 40 „ .	2·75	1·00	35	0·80
„ 50 „ .	—	—	37	0·90
„ 70 „ .	—	—	37	1·00
„ 90 „ .	—	—	37	1·20
„ 100 „ .	7	2·75	40	1·30
„ 150 „ .	10	4	45	1·50
„ 200 „ .	12	5	50	1·70

Von dem Roste aus läßt man das Feuer gewöhnlich durch eine etwas engere Oeffnung schlagen, weshalb man gleich hinter dem Roste eine sogenannte *Feuerbrücke* anlegt, die entweder gerade abgeglichen wird, oder wo das Gewölbe fehlt, kreisförmig, und zwar concentrisch zu dem Querschnittskreis des Kessels ist. Der Zweck derselben ist, die brennbaren Gase möglichst zusammenzudrängen, damit sie sich mit der gleichzeitig durchströmenden atmosphärischen Luft vollständig mischen und so ein *vollkommenes Verbrennen* erfolge.

Was die *Züge* betrifft, so werden enge Zugcanäle im Allgemeinen den Zug vermehren, da aber dann die Verbrennungs-Producte mit zu großer Geschwindigkeit in den Schornstein gelangen, so wird das Brennmaterial nicht hinreichend benützt; sind die Züge dabei niedrig, so kann man sie öfter um den Kessel herumleiten, aber man verliert an

Digitized by Google

feuerberührter Fläche, da mehr Zungenmauerwerk nöthig ist; außerdem setzen sich diese Züge, besonders wenn man nicht gute Steinkohlen, sondern leichtere Brennmaterialien anwendet, zu schnell voll Asche, wodurch der Zug gehemmt wird. Sind die Züge zu weit, so kann man bei kleineren Kesseln das Feuer nicht oft genug herumleiten und es geht demnach ebenfalls mit zu großer Hitze in den Schornstein, ohne daß ein lebhafteres Verbrennen erreicht wird. Deshalb macht man den Zug unter dem Boden des Kessels groß und breit, weil hier die meiste Flugasche sich absetzt, und die Seitenzüge schmal und so hoch, als es mit Rücksicht auf den Wasserstand im Kessel nach den gesetzlichen Bestimmungen zulässig ist; außerdem läßt man die Seitenzüge bisweilen etwas tiefer heruntergehen, als für den Augenblick nöthig ist, damit die mitgenommene Flugasche sich absetzen kann, ohne den Zug des Feuers zu hindern.

Da bei dem Zusammendrängeu des Feuers über die Feuerbrücke eine möglichst vollständige Verbrennung stattfinden soll, und da ferner die Spitzflamme, welche über die Feuerbrücke schlägt, am heißesten ist (also den größten Raum bedarf) und von da nach dem Schornstein zu an Wärme verliert, so macht man die Züge hinter der Feuerbrücke weiter.

Zunächst findet eine bedeutende Erweiterung dicht hinter der Feuerbrücke statt. In dieser Vertiefung setzt sich die mitgenommene Flug- oder Flottasche zum Theile nieder und wird von Zeit zu Zeit durch die Oeffnung g (Figuren 34 und 35) herausgenommen.

Die Form der Züge muß so gewählt werden, daß möglichst viel Fläche von der Kesselwand begrenzt wird; man macht daher die an den Seiten des Kessels liegenden Züge lieber schmal, aber so hoch, als thunlich. Am vortheilhaftesten ist es bei ziemlich reinem Speisewasser, wenn der

Digitized by Google

höchste Theil des Zuges nicht vom Mauerwerk, sondern vom Kessel begrenzt wird, und da dies bei den Seitenzügen

Fig. 34.

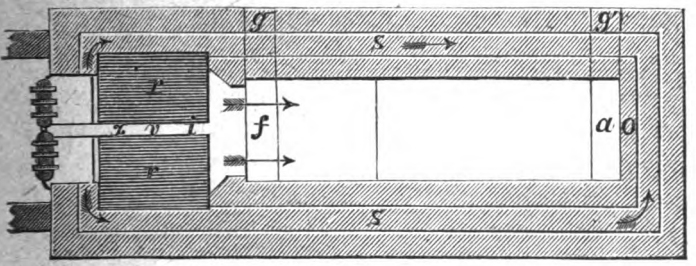
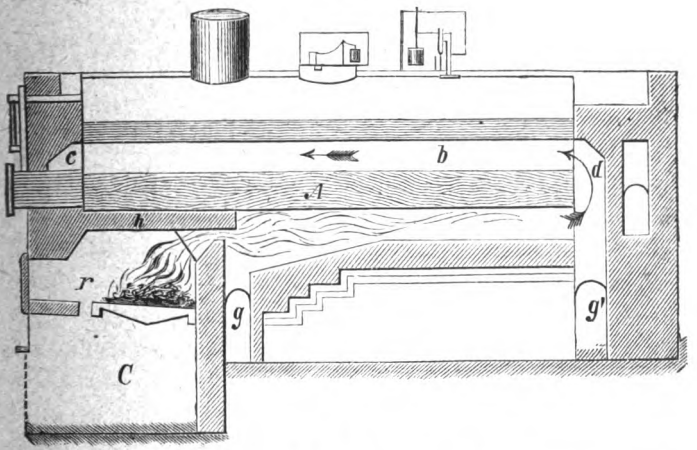


Fig. 35.



nicht zu erreichen ist, so sind diese Züge im angenommenen Falle für die Erwärmung nicht so wirksam, als der unter dem Boden oder durch das Feuerrohr gehende Zug.

Digitized by Google

Was die Führung der Züge betrifft, so ist diese hauptsächlich von der Art des Kessels, von der Lage des Schornsteins und davon abhängig, ob das Wasser mehr oder weniger Bodensatz absetzt.

Anmerkung. Wir werden im Folgenden ein Mehreres über die Leitung der Züge besprechen, ohne jedoch jeden einzelnen Fall durch Zeichnungen zu erläutern, sondern, soweit einzelne Theile, z. B. die Lage des Rostes oder die der Zugcanäle sich ähnlich gestalten, wie in den schon erwähnten Figuren, nur auf diese verweisen.

Gewöhnlich liegt der Schornstein der Feuerung entgegengesetzt, entweder in der Mitte oder am rechten oder linken hintern Ende, und dann läßt man den Zug meistens dreimal und nur höchst selten fünfmal entlang des Kessels gehen.

Hat der Kessel weder Feuer-, noch Siederöhren, so ist derselbe an den Enden nicht eben, sondern nach einem Kugelabschnitt gekrümmt. Die Feuerung liegt dabei unter dem Kessel und der erste Zug geht unter dem Kesselboden nach hinten, steigt hinten etwas in die Höhe und schmiegt sich (wenn der Schornstein auf der rechten Seite liegt) in den linken Zugcanal, geht in diesem vor und vorn über das Rostgewölbe fort nach dem rechten Zugcanal und in diesem hinten nach dem Schornstein, die Lage des Rostes ist dabei dieselbe wie in den Figuren 34 und 35. Hinter dem Rost kommt eine Feuerbrücke f. Für die Rauchverbrennung ist es gut, den Rost bis hinter die Feuerbrücke zu überwölben (Fig. 35), was außerdem den Vortheil bietet, daß der Kessel durch die starke Hitze über der Feuerbrücke nicht leidet, besonders wenn gerade eine Nietenreihe darüber trifft. Hinten, wo der Zug in den Schornstein geht, wird ein Schieber zur Regulirung des Zuges angebracht. Vorn an

Digitized by Google

den Enden der Seitenzüge befinden sich die Reinigungs-Oeffnungen (vergleiche Fig. 37 c c), die auf dem Boden des Zuges angebracht werden und drei Schichten hoch und 13 Centimeter breit sind; gewöhnlich wird eine gußeiserne Zunge mit Winkeleisen gleich mit vermauert und die Oeffnungen werden mit einem Deckel, der mit einem Handgriff versehen ist, oder einer Blechthür abgeschlossen. Das Mauerwerk wird möglichst hinaufgeführt, oder der Kessel wird oben mit Dachsteinen in Lehm abgedeckt, um die Wärme mehr zusammen zu halten. Ueber die Wandstärke und das Material zum Kesselmauerwerk wird später noch Einiges bemerkt werden.

Kommen mehrere Kessel neben einander zu liegen, so wird rücksichtlich der Lage der Feuerung und der Züge jeder für sich behandelt. Da jedoch die letzten Züge sämmtlicher Kessel in einen Schornstein münden, so muß man, des guten Zuges wegen, darauf sehen, daß die Leitung nach dem Schornstein nicht durch mehrere rechtwinkelige Biegungen erfolgt, sondern die Zungen müssen sich allmählich nach dem Schornstein zu schmiegen und so weit hinaus geführt werden, daß der Zug sich nicht stößt. Damit dies möglich wird, darf der Schornstein nicht zu nahe an dem Kessel stehen.

Was das Material zu dem Kesselmauerwerk betrifft, so verwendet man zu dem Fundament Ziegel- oder Bruchsteine mit Kalkmörtel. Das obere Mauerwerk wird, soweit es nicht unmittelbar am Feuer oder an den Feuergängen liegt, aus Ziegeln und Lehm aufgeführt, wohingegen alles andere Mauerwerk, welches vom Feuer bespült wird, womöglich aus Chamottesteinen mit Chamottemörtel (Thon mit Chamotteziegelmehl) gemauert wird. Dies ist namentlich empfehlenswerth, wenn Steinkohlen gefeuert werden, während

Digitized by Google

man bei anderen Brennmaterialien, sofern keine Chamottesteine zu haben sind, gewöhnliche Ziegel verwendet, und zwar eignen sich dazu die mittelgebrannten mehr als die starkgebrannten, einmal, weil sie nicht so leicht springen, und dann, weil sie die Wärme nicht so leicht durchgehen lassen. Dennoch ist es gut, die Wangen der Züge $1\frac{1}{2}$ Stein stark und die Fugen möglichst eng zu machen. Der Kessel selbst wird über den Zügen fast vollständig eingemauert und allenfalls noch mit einer Schicht Dachsteinen in Lehm zugedeckt, wodurch die Wärme mehr zusammengehalten wird.

Bei Feuerrohr- (oder Flamm-) Kesseln war früher die ausschließliche Art der Einmauerung, und ist heute noch die häufigste mit dem Fehler, daß in den breiten Seitenzügen die oberen Abdeckungen derselben stärker geheizt werden als die Kesselwand, da die Hitze die ersteren von unten trifft, die letztere nur von der Seite. — Die Einmauerungen, bei denen die Hitze mehr von unten an den Kessel geleitet wird, sind zweckmäßiger, ganz abgesehen davon, daß hier das Befahren und Reinigen der Feuerzüge leichter ist, sowie auch die Seitenmauern schwächer sein können, als bei den früheren.

Damit sich bei dieser Anordnung die Verbrennungs-Producte an der hintern Stirnwand des Kessels mit zwei Flammrohren nicht stoßen, ist eine gemauerte Zunge oder noch einfacher eine gußeiserne Platte anzubringen. Sobald beide Flammenströme am cylindrischen Kesselumfange in paralleler Richtung mit einander hingehen, stören sie sich nicht mehr, und ist dann keine Scheidewand mehr erforderlich.

Bei Siederöhren findet man zu häufig oberhalb derselben noch einen freien Raum von 15 bis 25 Centimeter; die Hitze sucht den höchsten Punkt, heizt in Folge dessen das Gewölbe und das Wasser im Sieder bleibt kalt.

Digitized by Google

Weit besser ist es, wenn man nur die untere Hälfte des Siebers als Heizfläche betrachtet und das Gewölbe nur dazu dient, den Sieder durch etwa darüber befindliches Mauerwerk nicht zu belasten.

Es möge hier hervorgehoben werden, daß bei einem Siederohre immer nur die Hälfte, höchstens zwei Drittel des untern Umfanges als wirksame Heizfläche anzusehen sind, ebenso wie bei einem Flammrohre nur die Hälfte oder zwei Drittel des oberen Umfanges.

Man kann deshalb auch die Gewölbe über den Siederöhren ganz weglassen, wodurch sich die Einmauerung wesentlich vereinfacht. Bei jeder guten Einmauerung muß die Bedingung erfüllt werden, die Verbrennungsgase möglichst von unten an den Kessel zu bringen.

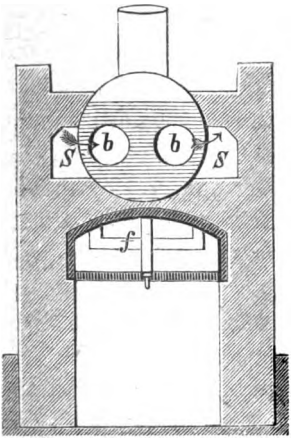
An den Uebergängen der Feuerzüge, d. h. in den Ecken des Mauerwerkes findet sich sehr häufig der Fehler, daß Verengungen vorkommen, so daß der erforderliche freie Querschnitt nicht mehr vorhanden ist.

Die Wassermenge betreffend, soll hier nicht das Verhältniß des Dampf- und Wasserraumes, wie es für die Maschine erforderlich ist, besprochen, sondern nur darauf aufmerksam gemacht werden, daß der Wasserraum eine bestimmte Größe nicht überschreiten darf. Es ist eine irrige Vorstellung, wenn unbegrenzt eine sehr große Wassermenge als eine constante gute Wärmequelle für die Leistung betrachtet wird, denn man vergißt, daß diese »Wärmequelle« erst wieder Brennmaterial verlangt. — Es verdient stets eine Kesselconstruction den Vorzug, welche bei möglichst großer Heizfläche nur eine entsprechend mäßige Wassermenge enthält, bei reichlichem Dampfraume. — Daß dieser gegen Abkühlung zu schützen, ist bereits oben erwähnt. Die günstigere Leistung von Feuerrohrkessel liegt zuweilen

Digitized by Google

darin, daß in denselben, gegenüber vielen Siederohrkesseln, nicht so viel Wasser erhitzt zu werden braucht. — Macht man aber die Sieder nur so weit, als es für die Reinigung derselben erforderlich ist, und wählt eine Combination von Flamm- oder Siederohren, wie in Figur 39, so hat man den Vortheil, daß der Kessel bei gleicher Heizfläche kürzer ist, also weniger Grundfläche beansprucht, als ein Kessel, welcher nur Flammrohre hat.

Fig. 36.



Dies dürfte die zweckmäßigste Anordnung sein, so lange man nicht die eigentlichen Röhrenkessel wählt, welche vor allen anderen Constructionen den Vorzug verdienen, obgleich sie bisher noch am wenigsten zur Anwendung kommen.

Als Beispiel zu einer Kesseleinmauerung wählen wir einen Kessel mit zwei Feuerröhren. Bei Kesseln mit zwei Feuerröhren liegt die Feuerung gewöhnlich unter dem Kessel, besonders wenn die Feuerröhren so hoch zu liegen kommen, daß man unter denselben bequem hinzu kann, um den Kessel zu reinigen. Die Anordnung der Züge ist, wie sie in den Figuren 34 bis 38 dargestellt ist, folgende:

Der Zug geht vom Rost über die Feuerbrücke f unter dem Boden des Kessels nach hinten in dem Feuerrohr vor, theilt sich vorn nach den beiden Seitenzügen und geht durch diese nach dem Schornstein. Damit die stärkste Hitze nicht gerade den Kesselboden trifft, ist der Rost bis hinter die Feuerbrücke f durch ein Gewölbe bedeckt. Man darf daher

Digitized by Google

nicht glauben, daß das Gewölbe nur zum Tragen des Kessels dient.

Figur 34 stellt den Grundriß unter dem Boden des Kessels dar, Figur 35 den Längendurchschnitt, Figur 36 den Querdurchschnitt durch den Rost und Figur 37 die vordere Ansicht. Das Feuer brennt auf dem Roste r r, der hier durch eine Zunge z in zwei Theile getheilt ist (über welches wir bei der Rauchverzehrung das Nähere besprochen haben), f ist die Feuerbrücke und h ein Gewölbe, welches bis hinter die Feuerbrücke reicht, aus Gründen, die schon besprochen wurden. g und g^1 sind Vertiefungen, in denen sich die mitgenommene Flugasche zum Theile absetzt, von wo sie durch die Oeffnungen g und g^1 (Fig. 35) herausgeschafft werden kann.

Fig. 37.

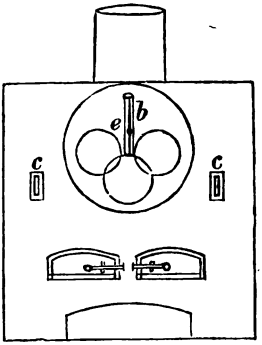
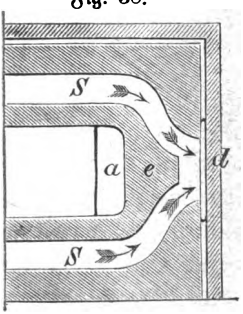


Fig. 38.

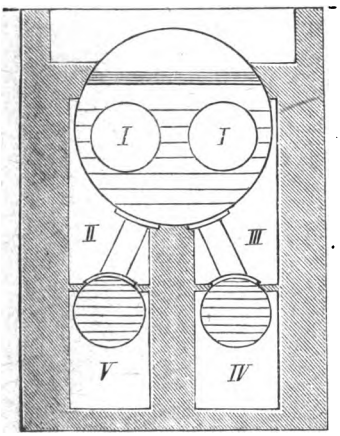


Das Feuer schlägt vom Rost aus über die Feuerbrücke f unter dem Boden des Kessels nach hinten, bei a in die Höhe, geht in den beiden Feuerröhren b a vor bis c, und in den beiden Seitencanälen S S (Fig. 36) (die im Grundriß Figur 34 punktirt angegeben sind) hinter nach dem Schornstein. Was die Höhen der Seitenzüge S S betrifft, so müssen diese 9 Centimeter unter dem niedrigsten Wasserstande im Kessel geschlossen werden, weil sonst die Kesselwand glühend werden könnte, wenn

Digitized by Google

das Wasser etwas tiefer sänke. In Betreff der Leitung der Seitenzüge SS nach dem Schornsteine ist zu bemerken, daß man dieselbe da, wo hinreichender Raum vorhanden ist, nicht wie in Figur 34 durch mehrere rechtwinkelige Biegungen erfolgen läßt, sondern des bessern Zuges wegen wie in Figur 38 durch sanft geschweifte Bogen. Außerdem macht man die Wange e wie in Figur 38, sofern es der Raum zuläßt, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stein stark (in den Figuren ist sie nur $\frac{1}{2}$ Stein stark) und muß dann von Chamottesteinen und sehr sorgfältig ausgeführt werden, damit sie nicht durchbrennt und der Zug direct unter dem Boden des Kessels entlang nach dem Schornstein schlägt. Die Größenverhältnisse der einzelnen Theile sind aus der Zeichnung zu entnehmen und können mit Hilfe der früher gegebenen Sätze berechnet werden. Zur Regulirung des Zuges dient der Schieber d (Fig. 38), welcher an einer Kette hängt, die über den am Gebälk des Kesselhauses befestigten Rollen bis senkrecht über die vordere Kesselwand geleitet wird. An dem herunterhängenden Theil der Kette ist eine schwache eiserne Stange, die einen Handgriff hat, befestigt, mittelst deren der Feuermann den Schieber beim Anfeuern, wo sich viel Qualm entwickelt, hochziehen, und später mehr oder weniger herunterlassen kann, je nachdem mehr oder minder stark gefeuert wird. Die Mauern des Kesselhauses müssen mindestens 8 Centimeter von dem Rauchgemäuer des

Fig. 39.



Digitized by Google

Kessels abstehen. Der Schornstein steht entweder dicht am Kesselhause oder davon entfernt; im ersteren Fall ist es gut, denselben nicht im Verband mit den Mauern des Kesselhauses aufzuführen wegen des ungleichmäßigen Setzens, was immer stattfindet, wenn höhere Bauwerke mit niedrigen verbunden sind; im letzteren Falle erfolgt die Leitung nach dem Schornstein durch einen Canal, der in einigen Gegenden und an trockenen Orten am Boden und an den Seitenwänden einen Stein stark ist und oben mit Ziegeln abgedeckt oder überwölbt und mit einem Lehmschlage umgeben wird, um die Wärme mehr zusammenzuhalten. Den Canal läßt man nach dem Schornstein, den wir später besprechen werden, etwas steigen.

Dampfkessel-Einmauerung mit Treppenrost.

Die Rostfläche richtet sich nach der Güte des Brennstoffes und ist hierbei maßgebend, daß je unreiner die Kohlen sind, desto größer die Rostfläche sein muß. Im Allgemeinen nimmt man das Verhältniß der Rostfläche zu der der feuerberührten Fläche wie 1 : 20; bei reineren Grieskohlen wie 1 : 25.

Die schräge Länge des Rostes nimmt man nicht länger wie 1·6 Meter. Die Breite des Rostes wird nach dem Vielfachen von 58 Centimetern bestimmt, indem sich nämlich die Länge der Roststäbe von 58 Centimetern als die zweckmäßigste gezeigt hat.

Wenn mehrere Kessel von geringem Durchmesser und großer Länge nebeneinander liegen und die Rostbreite verkleinert werden muß, so ist der zwischen beiden Rosten liegenden Trennungswand eine solche Stärke zu geben, als die Länge eines feuerfesten Steines beträgt.

Digitized by Google

Man unterscheidet Rostbalken und Roststäbe. Die Neigung des Rostes wird so genommen, daß sich die Grundlinie der schiefen Rostfläche wie $^1/_2 : 1$ verhält.

Die Entfernung der Rostbalken im Lichten ist gleich 58 Centimeter, die Falze in denselben zum Einlegen der Roststäbe sind jeder 26 Millimeter tief; die ganze Länge der Roststäbe beträgt daher 62 Centimeter. Da die Stäbe von oben in den Falz geschoben werden, sich in der Wärme ausdehnen und Gußeisen nie ohne Unebenheiten ist, so nimmt man die Stäbe 60 Centimeter lang; die Dicke derselben soll 14 Millimeter und die lichte senkrechte Entfernung soll 32 Millimeter betragen.

Bei einer Neigung der Rostfläche von 47 Centimetern liegt die untere Vorderkante des zunächst unter dem obersten liegenden Roststabes um 50 Millimeter zurück, und nimmt man deshalb die Breite des Roststabes zu 10·5 Centimeter, um das Durchfallen der kleineren Kohlen zu verhindern.

Zur Unterstützung der Roststäbe ist an jedem Ende und in der Mitte eine Flantsche angegossen, welche in die Falze der Rostbacken paßt und 32 Millimeter hoch ist.

Die Mittelrostbalken erhalten eine Breite von 6·5 Centimeter, die Eckstäbe 4·5 Centimeter, die Höhe derselben beträgt 7·8 Centimeter. Die Rostbalken legen sich mit je 2 Nasen auf 2 eingemauerte gußeiserne Stäbe, von denen der obere 7·8 Centimeter hoch und 3·9 Centimeter breit ist. Die Länge dieser Stäbe richtet sich nach der Breite des Rostes, und ist um 31 Centimeter größer als letzterer zu nehmen, damit dieselben auf jeder Seite 15·5 Centimeter in die Seitenwände greifen.

Für den Aschenraum bleibt unter dem untersten Roststabe ein Raum von mindestens 15·5 Centimetern Höhe,

Digitized by Google

welcher durch 47 Centimeter lange und 13 Centimeter hohe Bleche geschlossen wird.

Letztere haben für jede Abtheilung hölzerne Stiele, welche auf eingemauerten gußeisernen Balken ruhen und dadurch in ihrer Lage erhalten werden.

Um das leichte Herausfallen der Asche zu verhindern, ist vor jedem Roste das Mauerwerk noch 31 Centimeter breit fortgesetzt und wird dadurch der Verschluß durch die Asche selbst bewirkt, so daß man die Vorsatzblase ganz entbehren kann.

Die Länge des Rostes soll, wie vorher bestimmt, 1·6 Meter betragen. Die Höhe des Roststabes mit Zwischenraum beträgt 45 Millimeter. Bei einer Neigung der Roststäche von 47 Centimetern kommen daher 19 Stäbe, wozu dann noch der untere Roststab kommt, welcher zur Aschenöffnung dient; im Ganzen also 20 Roststäbe. Der Falz für die Roststäbe beginnt wenigstens 13 Centimeter über der Sohle des Rostes und erhält zur Aufnahme der Stäbe eine Länge von 1·64 Metern. Derselbe wird über die Roststäbe hinaus bis an das Ende des Balkens verlängert, damit die Roststäbe von oben eingeschoben werden können; der Rumpf wird auf die 52 Millimeter breite obere Fläche des Balkens befestigt.

Damit die Asche leicht entfernt werden und in einem vor die Aschenöffnung gesetzten Wagen fortgeschafft werden kann, wird der Boden des Rostes zweckmäßig 62 Centitimeter über dem Fußboden des Kesselhauses angebracht.

Zweckmäßig ist es, vor dem Roste vierflügelige Blechthüren anzubringen, welche die beiden gußeisernen Träger als Rahmen haben. Mit Hilfe dieser Thüren ist man im Stande, die durch den Rost strömende Luftmenge zu reguliren, und durch Zuschieben dieser nebst den Essenschiebern

Digitized by Google

das Wasser im Kessel warm und das Feuer im Glühen zu erhalten, so daß letzteres am Morgen beim Oeffnen der Thüren und Schieber wieder leicht in Gang kommt.

Der Rumpf oder der Trichter über dem Roste, welcher zur Aufnahme der Kohlen benutzt wird, ist so lang wie der Rost breit ist, und 47 Centimeter breit. Die Seitenwände desselben werden durch die Mauern gebildet. Die vordere gebrochene Seite des Trichters ist aus 2 Platten von Eisenblech angefertigt. Die untere Platte liegt in der Ebene des Rostes und fast auf den oberen Roststab auf. Die lichte Breite derselben wird bei einer Weite des Trichters von 47 Centimetern unten 52 Millimeter sein. Das Blech ist, um es mit dem oberen senkrechten Blech verbinden zu können, 52 Millimeter breiter zu nehmen. Zwei Schrauben halten es auf jedem Rostbalken fest, für welche das Muttergewinde in dem Rostbalken eingeschnitten ist. Die zwischen dem untersten Trichterblech und dem obersten Roststab befindliche Oeffnung wird mit Thon oder Lehm dicht verschmiert, damit hier keine Luft zutritt, wodurch das Feuer nach dem Trichter gelangen könnte.

Das oberste senkrecht stehende vordere Blech wird 47 Centimeter hoch angefertigt, und wird an einem gußeisernen Stabe mit dem umgebogenen oberen Ende befestigt.

Die hintere Trichterwand wird gleichfalls durch das Gewölbe gebildet, erhält jedoch hier einen gußeisernen Schieber zum Reguliren der Kohlenaufschüttung, denn da bei der großen Breite der Roste das Gewölbe in der Mitte höher liegt als an den Enden, so ist die Oeffnung in der Mitte größer, und würde die Kohle hier in Folge dessen in größeren Mengen auf den Rost fallen, als an den Seiten.

Die lichte Entfernung der Unterkante dieses die Kohlenbeschüttung regulirenden Schiebers soll von dem obersten

Digitized by Google

Roststab nicht weniger wie 10·5 und nicht über 15·6 Centimeter betragen. Erstere Oeffnung von 10·5 Centimetern wird bei reinem Kohlengries angewendet, letztere von 15·6 Centimetern, wenn der Gries mit Kohlenstücken gemengt ist.

Der gußeiserne Schieber kann durch eiserne Bolzen, welche eingemauert sind, befestigt werden; oder derselbe wird einige Centimeter länger gegossen, als die Breite des Rostes beträgt, und an den Seiten eingemauert; oder er wird mittelst einer Kette, an deren Ende ein Gegengewicht befestigt ist, auf- und niedergelassen, indem die beiden Enden in einen gemauerten Falz gleiten.

Sämmtliche Mauerflächen, welche vom Feuer berührt werden, sind mit einer $^1/_2$ Stein starken Schutzmauer von feuerfesten Steinen zu versehen, und sämmtlichen Gewölben sind mindestens auf 31 Centimeter Länge 26 Millimeter Stichhöhe zu geben. Die Mauerarbeit soll unter Fortlassung aller scharfen Ecken ausgeführt werden. Außerdem ist zu beobachten:

1. Man muß verhindern, daß die Asche nicht in dem Zug- oder Feuercanal mit fortgerissen werden kann, selbst wenn sie sich in größerer Menge ansammeln sollte. Hierzu ist es nothwendig, daß der Boden des Rostes mindestens 23·5 Centimeter unter der Feuerbrücke liege.

2. Das Gewölbe über dem Boden des Rostes soll eine Höhe von 62 bis 93 Centimeter haben, damit ein genügender Raum zum Ansammeln der Asche und für die vollständige Verbrennung der Kohlentheile bleibe.

3. Der horizontale Abstand von der Hinterkante des untersten Roststabes bis zur Vorderkante des Kessels (ohne das feuerfeste Futter zu berücksichtigen) ist gleich der mittleren Höhe des Gewölbes über dem Boden des Rostes, von 65 bis 93 Centimeter zu bestimmen.

Digitized by Google

4. Die Kämpferlinie des Gewölbes ist in der Nähe des Trichters nicht niedriger als die Unterkante der gußeisernen Platte zu legen, da durch diese die zum Durchfallen der Kohle nöthige Oeffnung gebildet wird. Damit man durch Heben oder Senken der Platte die Oeffnung zum Durchfallen der Kohlen höher oder niedriger machen kann, je nachdem man Kohlengries oder unreine Kohlenstücke verwendet, ist es am zweckmäßigsten, die Kämpferlinie ebenso hoch zu machen, wie die größte Höhe der Oeffnung betragen wird. Der Querschnitt der Zugöffnung an der Feuerbrücke ist gleich $^1/_{100}$ der ganzen feuerberührten Fläche des Kessels zu nehmen.

5. Wenn gearbeitet wird, so ist der Trichter wenigstens halb mit Kohlen anzufüllen, damit hier keine Luft durchtreten kann. Nach den vorliegenden Erfahrungen ist es ferner zweckmäßig, wenn die Kohlen etwas angefeuchtet werden, was durch eine kleine hölzerne Rinne von der Speiseröhre aus leicht geschehen kann.

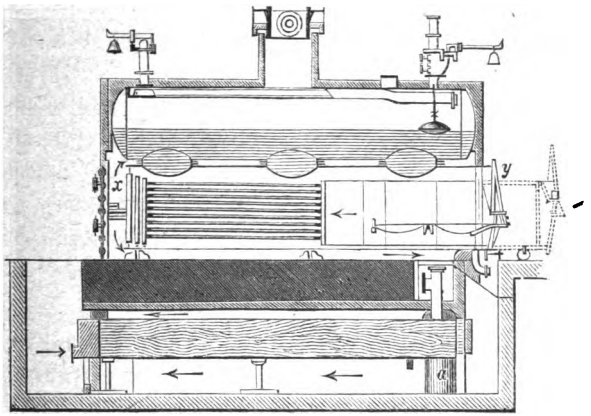
Theilbarer Siederohrkessel mit Gegenstromprincip.

Der von der bekannten Farcot'schen Maschinenfabrik bei der Weltausstellung in Paris im Jahre 1878 ausgestellte theilbare Siederohrkessel von 175 Quadratmetern Heizfläche ist in Figur 40 und 41 abgebildet. Derselbe ist fast völlig identisch mit den zu früheren Ausstellungen gesendeten Exemplaren; als Neuerung erscheint zunächst nur der seitlich vom Kessel angebrachte Vorwärmer, welcher vom dritten He[illegible]lt wird. Es möge kurz erinnert werden, daß [illegible] Eigenschaft in der lösbaren Verbindung [illegible]ammt Feuerkisten und Rohrwänden mit

Digitized by Google

dem Kesselmantel besteht, so daß es möglich wird, nachdem die Vorderwand bei y und die hintere Rohrwand bei x (Fig. 40) von den Endflächen des Unterkessels losgeschraubt sind, das ganze Feuerrohrsystem herauszuziehen und bequem und gründlich zu reinigen. Zum Entfernen des Kesselsteines von den Siederohren bedient man sich dabei eines sägeartigen Werkzeuges, welches von verschiedenen Seiten zwischen

Fig. 40.

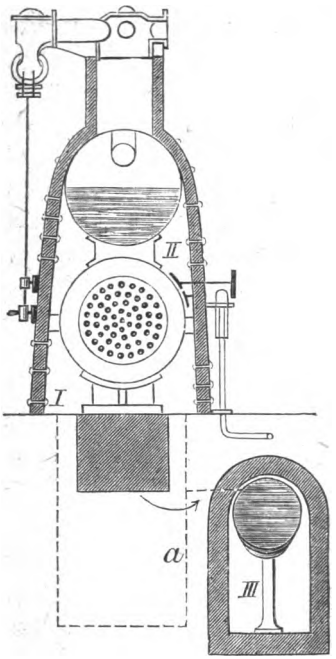


die Rohrlücken eingeschoben wird und so sämmtliche Röhren nach und nach vollständig frei macht. Die Dichtungen bestehen einfach in den metallisch wohl abgerichteten Flächen und lassen sich bei einer genügenden Anzahl von Schrauben leicht bewerkstelligen; zudem liegt die vordere Dichtung ganz frei und wird auch die hintere dadurch geschont, daß die Heizgase nach dem Passiren der Siederöhren schon den größten Theil ihrer Wärme abgegeben haben; damit erklärt sich die thatsächlich erzielte und von allen Seiten bestätigte dauernd gute Bewährung dieser Verbindungen. Um das Feuerrohr-

Digitized by Google

system beim Herausziehen zu stützen, sind auf beiden Seiten des Unterkessels Längswinkel aufgenietet (Fig. 41), auf welchen zwei am Feuerrohr befestigte Rollen laufen; eine dritte Rolle wird beim Heraustreten des Kesselvordertheiles mittelst eines Klobens in das Feuerrohr (wie in Fig. 40 unten skizzirt) eingeschraubt.

Fig. 41.



Die allgemeine Anordnung des Kessels ergiebt sich klar aus den Skizzen; der das Feuerrohrsystem enthaltende Unterkessel ist durch drei Stutzen mit dem Oberkessel verbunden, aus welchem der Dom durch ein oben längsgeschlitztes Rohr den entstehenden Dampf entnimmt.

Die Heizgase ziehen durch die Siederöhren nach hinten, kehren, den Unterkessel völlig und den Oberkessel zur Hälfte umspielend, nach vorn zurück und fallen hier durch den Canal a zum letzten Zuge ab, aus welchem sie, nach Bestreichung des Vorwärmers, in seinem ganzen Umfange endlich am hinteren Ende zum Rauchcanal gelangen. Hier tritt das Speisewasser in den nach hinten geneigten Vorwärmer, aus welchem es dann durch die angedeuteten Rohrverbindungen in das hintere Ende des Unterkessels gelangt,

Digitized by Google

so daß eine theilweise Durchführung des Gegenstromprincips stattfindet.

Die Kessel können in gewöhnlicher Weise eingemauert werden.

Belleville's unexplodirbarer Dampferzeuger.

Die Belleville'schen Dampferzeuger, welche bis zur Stärke von 100 Pferdekräften per Apparat verfertigt werden, bestehen im Wesentlichen aus folgenden Bestandtheilen:

1. Aus Röhren-Elementen, deren Anzahl und Größenverhältnisse von der Kraft des Dampferzeugers abhängen. Diese Elemente sind derart zusammengestellt, daß jedes derselben von allen anderen ganz unabhängig ist. Jedes Element besteht aus einer gewissen Anzahl von Röhren, welche mittelst Verbindungsbüchsen spiralförmig vereinigt sind. Die untere Verbindungsbüchse ist eine doppelte, respective Zwillingsbüchse, in welcher die Vorderenden der zwei unteren, hinten gabelförmig verbundenen Röhren des Elementes einmünden. Diese Vorrichtung hat den Zweck, das Wasser ständig in die zwei untersten Röhren wiederkehren zu lassen und somit in diesen beiden, dem Feuer am meisten ausgesetzten Röhren eine sehr lebhafte Circulation zu erzeugen. Das heftigste Feuer ist unter diesen Umständen ohne nachtheilige Wirkung auf die Röhren.

2. Aus einem, quer über die Feuerungsthüren gelegten Speisesammelrohre, welches dem Vordertheile jedes Elementes als Unterlage dient und zugleich mit jedem dieser Elemente mittelst einer sehr leicht loszumachenden konischen Verdichtung steht.

3. Aus einem cylindrischen Sammler, Dampf- und Speisewasser-Reiniger, der quer auf der Decke des Dampf-

Digitized by Google

erzeugers liegt. Dieser Reiniger ist mit dem oberen Ende eines jeden Elementes des Dampferzeugers verbunden, und zwar mittelst einer leicht loszumachenden konischen Verdichtung. Durch seine Lage außerhalb der Ummantlung des Dampferzeugers wird dieser Reiniger vor der Berührung des Feuers und der zerstörenden Wirkung der Verbrennungsgase geschützt. In diesem Sammler werden die Kalksalze durch rasche Erhitzung des Speisewassers ausgeschieden.

Das Speisewasser wird nämlich in fein vertheiltem Zustande in den Dampfsammler eingespritzt, wodurch dasselbe sehr rasch die Temperatur des Dampfes annimmt. Da nun bei Belleville-Kesseln mindestens mit 6 Atmosphären Spannung gearbeitet wird, welchem Drucke eine Dampftemperatur von 160 Grad C. entspricht, so folgt daraus, daß das Speisewasser eine um einige Grade niedrigere Temperatur erlangt. Es ist nun bekannt, daß bei 150 Grad C. die im Wasser enthaltenen Kalksalze (Kreide und Gyps) ausgeschieden werden; das Wasser macht eben schon außerhalb des Kessels den Proceß durch, welchem es sonst erst im Kessel unterworfen wird, so daß bei den in Rede stehenden Kesseln die Qualität des Wassers nicht mehr in Betracht kommt. Wenn nun aber mit einer Dampfspannung von weniger als sechs Atmosphären gearbeitet werden müßte, wie z. B. bei Heizungen, dann wird ein Reductionsventil eingeschaltet, welches die Dampfspannung auf 3 oder 2 Atmosphären zurückführt.

Als eclatanter Beweis für die rationelle Speisewasser-Reinigung mögen die drei Belleville-Kessel à 100 Pferdekraft dienen, welche während der Pariser Ausstellung 1878 vom 20. April bis 31. October im Betriebe standen, ohne auch nur einen einzigen Tag außer Betrieb gewesen zu sein. Am Ende dieser mehr als sechsmonatlichen Betriebszeit über-

Digitized by Google

zeugte sich die internationale Commission, daß keine Spur von Kesselstein vorhanden, trotzdem das Speisewasser sehr gypshaltig war. Die Resultate der Verdampfung während der Ausstellungszeit (6 Monate), also durch eine hinreichend lange Beobachtungsperiode, sind ebenfalls sehr günstig, indem per Kilogramm Steinkohle mittlerer Qualität (Aniche) 8·77 Kilogramm trockener Dampf erzeugt wurden, das tägliche Anzünden und Auslöschen mit inbegriffen. Diese günstigen Verdampfungs-Resultate finden überdies ihre Bestätigung durch die niedere Temperatur, mit welcher die Verbrennungsgase in den Schornstein eintreten; der in die Rauch-Canalleitung (zwischen Kessel und Kamin) eingeschaltete Pyrometer zeigte die Maximal-Temperatur von 215 Grad C.

In dem vorerwähnten Sammler wird also der Dampf von den Wassertheilchen, welche er aus den Röhren-Elementen mitgeführt hat, sowie von anderen fremden Körpern befreit. Aus dieser mechanischen Trennung folgt, daß bei normalem Wasserstande im Dampferzeuger kein Wasser hinübergerissen wird; der Reiniger hält sogar das Wasser zurück, welches bei plötzlicher Störung der Dampfspannung übertreten könnte, wie es z. B. bei heftiger Veränderung im Gange einer Maschine stattfindet; dieses so zurückgehaltene Wasser wird dem Dampferzeuger mit dem Speisewasser wieder zugeführt.

Die Folgen der Erwärmung des Wassers auf eine hohe Temperatur und der dadurch veranlaßten Fällung der Kalksalze sind: die Vermeidung der Ueberhitzung des Metalles, da keine Anhäufung kalkartiger Krusten auf den dem Feuer zunächstliegenden Heizflächen stattfinden kann und daher bessere Ausnützung dieser Heizflächen; regelmäßige und gleiche Dampfentwicklung in den verschiedenen Elementen eines Dampferzeugers, weil das in jeden derselben ein-

Digitized by Google

tretende Speisewasser eine stets gleich hohe Temperatur hat; Beseitigung der auf die dampferzeugenden Röhren nachtheilig wirkenden, abwechselnden Ausdehnungen und Zusammenziehungen, welche stattfinden können, wenn die Speisung unregelmäßig und bei veränderlicher Temperatur vor sich geht.

4. Aus einem Schlammsammler für die kalkartigen Niederschläge, welcher mit dem Reiniger und mit dem Speisesammelrohre in Verbindung steht. Er bewirkt die methodische Abscheidung der Niederschläge und anderer Rückstände — von größerer Dichtigkeit als die des Wassers — welche aus dem Reiniger mit dem nach den dampferzeugenden Elementen strömenden Wasser mitgeführt werden. Diese Rückstände und Niederschläge kann man, so oft als nöthig, mittelst eines unten am Schlammsammler angebrachten Hahnes ablassen.

5. Aus einem unter der Decke des Dampferzeugers angebrachten Dampftrockner. Dieser besteht aus mehreren, eine einzige Leitung bildenden Röhren, welche der aus dem Reiniger entweichende Dampf durchläuft, und in welchem derselbe getrocknet wird, bevor er die allgemeine Dampfleitung erreicht.

6. Aus einem automatischen Speise- und Wasserstand-Regulator mit Warnungspfeife. Diese Vorrichtung ermöglicht in den verschiedenen Elementen eines Dampferzeugers eine vollkommen regelmäßige Speisung und Wasserstandshöhe, selbst bei variablem Betriebsgang und ohne Rücksicht auf die zu verdampfende Wassermasse und gestattet eine willkürliche und fortwährende, mehr oder minder trockene oder gesättigte Dampferzeugung, je nach den Bedürfnissen der Arbeit, für welche der Dampf benützt werden soll. Hierdurch wird die Bedienung der Speisung äußerst leicht und erfordert fast keine Aufsicht.

Digitized by Google

7. Aus einem automatischen Druck- und Verbrennungs-Regulator, der eine Rauchklappe bewegt. Der Behälter dieses Regulators steht in Verbindung mit dem Dampfraume des Dampferzeugers. Der Regulator ist sehr empfindlich und regulirt mit großer Genauigkeit den Dampfdruck und die Verbrennung im Feuerraume nach Maßgabe der Betriebsbedürfnisse. Dem Personale liegt nur ob, den Rost mit Brennstoff bedeckt zu halten.

8. Aus einer Umhüllung aus Eisen und Ziegeln für die dampferzeugenden Elemente und den Feuerraum. Diese Ummantelung ist mit den nöthigen Thüren versehen, damit man leicht zu allen Theilen der dampferzeugenden Röhren in- und auswendig Zugang habe und das Feuer ohne Mühe bedienen könne.

Es giebt drei Haupttypen der Belleville'schen Dampferzeuger, nämlich:

1. Feststehende Kessel, 2. Marine-Kessel, 3. transportable Kessel.

Diese Dampferzeuger können daher für alle feststehenden und mobilen Maschinen irgend welcher Systeme — sei es zu Lande, sei es zur See — sowie für alle Industriezweige, zum Heizen, Verdampfen, Kochen u. s. w. angewendet werden.

Zur Hervorbringung sehr großer Kraft kann man sie in beliebiger Zahl vereinigen. Mit sehr gutem Erfolge gestatten sie die Benützung der Abgangshitze verschiedener Industrien, da man dieselben wegen ihres geringen Volumens sowohl auf, als hinter Oefen aufstellen kann. Sie können gleichzeitig mit Kesseln anderer Systeme angewendet werden.

Die Unexplodirbarkeit der Belleville'schen Dampferzeuger ist eine Folge ihrer Construction, indem sie ausschließlich aus eisernen Röhren bestehen, welche direct mit-

Digitized by Google

einander verbunden sind, ohne daß irgend ein Mantel oder größerer Behälter dem Feuer ausgesetzt ist oder den Dampfdruck auszuhalten hat. Nun lehren aber Berechnung und Erfahrung, daß die Explosionsgefahr mit dem Durchmesser des Kessels ungemein rapid zunimmt. Damit ein Dampfkessel von 2 Metern Durchmesser, so wie solche öfters angefertigt werden, dieselbe Sicherheit biete, wie Röhren von 10 Centimetern Durchmesser und 5 Millimetern Wandstärke, müßte dieser Dampfkessel aus Eisenblech oder vielmehr aus Panzerplatten von 10 Centimetern Dicke angefertigt sein. Im Falle einer Explosion ist aber die zerstörende Kraft proportional dem Volumen des Behälters, ähnlich wie die Wirkung einer Mine im Verhältnisse zu der Menge des gebrauchten Sprengstoffes steht. Die zerstörende Kraft wird demnach beim Kessel von 2 Metern Durchmesser ungefähr vierhundertfach größer sein als beim Rohr von 10 Centimetern.

Die Anwendung der Belleville'schen Dampferzeuger bewahrt also den Besitzer vor den durch Kessel-Explosionen verursachten Unglücksfällen und bedeutenden Verlusten.

Die große Vertheilung der Heizflächen, die Anbringung der Heizflächen oberhalb der Feuerung, die Vertheilung der Heizgase in dünnen Schichten, welche sich vermischen und ihre Wärme nur allmählich abgeben, die lebhafte Circulation im Innern der Röhren, die Reinheit der Heizfläche und endlich die selbstthätige Regulirung der Lebhaftigkeit des Feuers und des Brennstoffverbrauches nach Bedarf der Arbeit haben eine gute Wärme-Ausnützung und damit beträchtliche Brennstoff-Ersparniß zur Folge.

Der Umfang der Belleville'schen unexplodirbaren Dampferzeuger ist fünf- bis sechsmal kleiner als derjenige der Siederohrkessel; sie können deshalb in viel beschränkteren und in schwierig zugänglichen Räumen aufgestellt werden.

Digitized by Google

In nachstehender Tabelle sind die Dimensionen der verschiedenen Kesselgrößen, inclusive Mauerwerk, angeführt; aus den Zahlen ist ersichtlich, daß der äußerst kleine Raum, welchen die Belleville-Kessel beanspruchen, eine billigere Einmauerung und bei Neuanlagen ein viel kleineres, d. h. also auch billigeres Kesselhaus bedingt, als bei gewöhnlichen Kesseln.

Production: 20 Kilogramm trockenen Dampf per Stunde und Pferdekraft.

Pferdekräfte	3	6	9	12	15	18	24
Länge in Metern	0·790	0·890	1·090	1·190	1·390	1·810	1·810
Breite „ „	0·655	0·755	0·865	0·985	0·985	1·455	1·655
Höhe „ „	1·340	1·400	1·465	1·510	1·680	2·700	2·700
Gewicht s. Emballage in Kilogramm	1400	1650	2400	2900	3400	3600	4100

Pferdekräfte	30	40	50	60	70	85	100
Länge in Metern	2·460	2·460	2·460	2·460	2·460	2·855	2·855
Breite „ „	1·855	2·150	2·355	2·605	2·855	2·665	2·975
Höhe „ „	3·200	3·200	3·200	3·200	3·200	3·700	3·700
Gewicht s. Emballage in Kilogramm	5100	6300	7500	8750	9600	12000	13700

Da die Röhren-Elemente zerlegt werden können, so lassen sich die Belleville-Kessel leicht transportiren und repariren. Die Elemente, deren Gewicht verhältnißmäßig gering ist, können einzeln verpackt und transportirt werden; auf ihrem Bestimmungsorte angelangt, werden sie in der Ummantlung aufgestellt, welche gleichfalls zerlegbar ist. Die Elemente werden dann oben und unten durch ihre konischen Verdichtungen mit dem Speisesammelrohre und mit dem Dampfreiniger verbunden, um die Elementengruppe zusammenzusetzen, welche einen Dampferzeuger bildet.

Digitized by Google

Die Spannung wird in der Regel schon eine Viertelstunde nach dem Anzünden erreicht. Die Belleville'schen Dampferzeuger sind so eingerichtet, daß sie, je nach Verlangen, Dampf für mittleren, hohen oder sehr hohen Druck erzeugen können, und selbst bei 20 Atmosphären und noch höherer Spannung, wie solche für gewisse specielle Fabrikationen nöthig ist, in welchen Stoffe bei sehr hoher Temperatur gekocht werden müssen (z. B. bei der Fabrikation des Papierzeuges, des Stearins u. s. w.), Dampfentwicklung gestatten.

Der Betrieb und die Instandhaltung der Kessel sind sehr leicht.

Die zahlreich bestehenden Anlagen beweisen, daß Reparaturen an dem Belleville'schen Dampferzeuger selten und auch immer leicht und schnell auszuführen sind, da alle Elemente und Röhren, aus welchen der Dampferzeuger besteht, identisch sind und durch ähnliche Elemente oder Röhren, die man in Reserve haben kann, ersetzt werden. Die Ersetzung eines Elementes oder Rohres kann in wenigen Stunden durch einen Mechaniker oder Schlosser geschehen, der sich nach den Vorschriften der speciellen Anweisung für Reparaturen richtet.

Die Reparatur gewöhnlicher Kessel, besonders die der Röhrenkessel anderer Systeme, ist sehr schwer und kostspielig; auch erfordert sie die Mitwirkung specieller sehr geschickter Arbeiter und lange Unterbrechung des Betriebes.

Da alle Belleville'schen Dampferzeuger aus Röhren von weniger als 100 Millimeter lichter Weite gebaut werden können, ist es möglich, dieselben in beliebigen Räumen aufzustellen, wie aus dem § 14 des IV. Abschnittes der deutschen polizeilichen Bestimmungen vom 29. Mai 1871 zu e[illegible] ist, in [illegible] heißt: »Dampfkessel, welche

Digitized by Google

für mehr als 4 Atmosphären Ueberdruck bestimmt sind, dürfen in Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10 Centimeter Weite bestehen, unterliegen diesen Bestimmungen nicht.«

Bei Feststellung der Verhältnisse der Belleville'schen Dampferzeuger ist Verdampfung von 20 Kilogramm Wasser per Stunde und nominelle-Pferdekraft als Basis angenommen.

Die Dampferzeugung kann indessen von 25 bis auf 30 Kilogramm gebracht werden, je nach der Qualität der gebrauchten Kohle und der Lebhaftigkeit des Zuges.

Obenerwähnte Basis wurde aus folgenden Gründen festgestellt:

Wenn von einem Dampfkessel gesagt wird, daß er diese oder jene Kraft hat, so wird dadurch bezeichnet, daß das Dampfquantum, welches er erzeugen kann, hinreicht, um bei einer unter gewöhnlichen Umständen aufgestellten Maschine eine gewisse Anzahl effectiver Pferdekräfte zu entwickeln.

Jedermann weiß ja, daß ein Kessel selbst direct keine Bewegungskraft erzeugen kann, sondern daß die Maschine allein, unter einem gegebenen Dampfdruck, eine größere oder geringere Kraft, je nach der Vollkommenheit ihrer Construction und je nachdem sie unterhalten wird, entwickeln kann.

Früher waren die Maschinen in jeder Hinsicht viel weniger vollkommen als jetzt und verbrauchten bis 30 Kilogramm Dampf per Pferdekraft: die Dampfkessel mußten nothwendig im Verhältnisse eingerichtet sein; aber man kann sagen, daß eine derartige industrielle Maschine heute nur höchst selten vorkommt und in der Praxis, besonders für die Großindustrie, nicht mehr mit solchen Ausnahmen gerechnet zu werden braucht.

Digitized by Google

Bei gegenwärtigem Stande der mechanischen Wissenschaft verbrauchen gute, mit Expansion und Condensation arbeitende Hochdruck-Dampfmaschinen nach Messung mit der Bremse ungefähr 10 Kilogramm Dampf per effectiver Pferdekraft, was im Durchschnitt übereinstimmt mit 1500 Kilogramm guter Kohlen per Pferdekraft. Eine ähnliche Maschine ohne Condensation verbraucht 20 bis 30 Percent mehr. Dieser Verbrauch wird durch alle guten Maschinen-Constructeure garantirt.

Jeglicher Eventualität wurde insofern reichlich Rechnung getragen, als eine Verdampfung von 20 Kilogramm Wasser per Stunde und nomineller Pferdekraft, d. h. das Doppelte des Verbrauches einer guten Maschine mit Expansion und Condensation, als Basis angenommen wurde.

Was endlich die Preisvergleichung anbelangt, so erfordert es die Billigkeit, die Vortheile der Belleville-Kessel mit in Rechnung zu ziehen, also insbesondere zu berücksichtigen: daß 1. die Belleville'schen Dampferzeuger schon bei der Anlage große Ersparniß bieten, weil wegen ihres geringen Volumens die Einmauerung und Fundirung bedeutend billiger bewerkstelligt werden kann; daß 2. auch die Transport- und Behandlungskosten geringer sind, weil die Belleville-Kessel in kleinen Collis verpackt werden können; daß 3. die Brennstoff-Ersparniß eine bedeutende den anderen Kesselsystemen gegenüber ist, und daß endlich 4. der Preis der Siederohr- und anderen Kessel bedeutend höher wäre, wenn man dieselben aus hinreichend dickem Materiale verfertigen würde, um, wie mit dem Belleville-Kessel 10 oder 12 Atmosphären zu erzielen.

Wohlfeilheit des Kaufpreises ist überhaupt nur ein eingebildeter Vortheil, der in den meisten Fällen später große Nachtheile mit sich bringt. Wohlfeilheit und gute Construction

Digitized by Google

sind unvereinbar. Wo es sich um die gute Dienstleistung, nicht etwa blos eines mechanischen Werkzeuges, sondern eines Dampfkessels handelt, welchen man sozusagen die Seele einer gewerblichen Anlage nennen kann, wäre es ein gefährlicher Fehler, die Preisfrage in den Vordergrund zu stellen.

Ein Umstand, der wohl mehr als alle Atteste für die Belleville-Kessel spricht, ist der, daß alle Industriellen ohne Ausnahme, die einmal Belleville-Kessel aufgestellt haben, kein anderes System mehr wählen; z. B. die Panzerplatten-Werkstätte der kais. russischen Marine in St. Petersburg hat innerhalb sieben Jahren Kessel mit zusammen 1650 Pferdekraft, die Actien-Gesellschaft für Bergbau »Vieille Montagne« in Belgien vom Jahre 1872 bis 1878 33 Stück Kessel mit 1380 Pferdekraft u. s. w. angeschafft. In Oesterreich wurden im Jahre 1879 in der Druckerei von F. Schmit in Böhmisch-Aicha ein 40pferdekräftiger, in der Munitionsfabrik von G. Roth in Wien ein 50pferdekräftiger, in der Zuckerfabrik Russin bei Prag ein 85pferdekräftiger Kessel aufgestellt; alle Käufer sind so zufrieden mit der Leistung der Kessel, daß weitere Aufträge erfolgten.

In einem besonderen Kesselhause bei der französischen Maschinenhalle standen die drei 100pferdig genannten Belleville'schen Kessel im Betrieb und imponirten beim ersten Blick durch die Reinlichkeit und ruhige Ordnung der ganzen Anlage. Der Belleville'sche Kessel war in ähnlicher Form bereits 1867 zu Paris erschienen und kam nur wenig verändert 1873 wieder nach Wien; neuerdings hat nun Belleville eine nicht unwesentliche Umgestaltung an seinem Kesselsystem vorgenommen, welche wir nach den Skizzen in den Figuren 42, 43 und 44 besprechen wollen. In der allgemeinen Anlage ist das Modell von 1867 beibehalten; über dem Roste schichtet sich eine Reihe von Wasserröhren auf, von denen

Digitized by Google

etwas mehr als die Hälfte mit Wasser, die oberen mit Dampf gefüllt sind. Diese münden endlich in einen Dampfsammler, von welchem jedoch der Arbeitsdampf nicht direct, sondern erst nach dem Passiren einer im oberen Heizzuge liegenden Trockenschlange S (Fig. 43) entnommen wird. Seitlich und hinten bilden Ziegelmauern, vorn das aus Guß

Fig. 42.

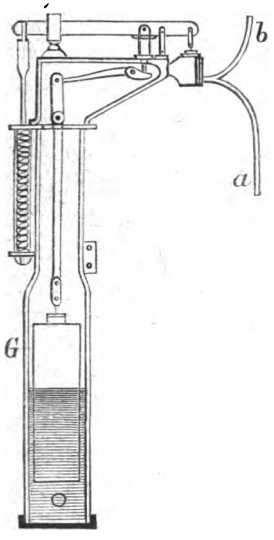
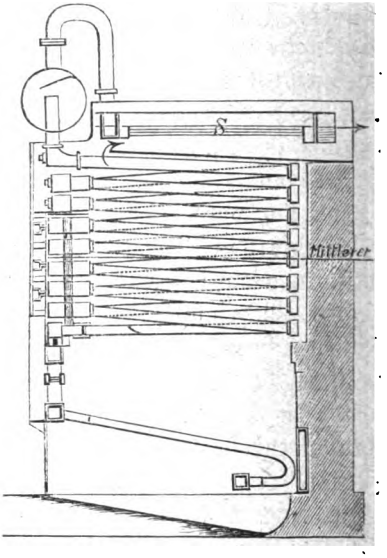


Fig. 43.

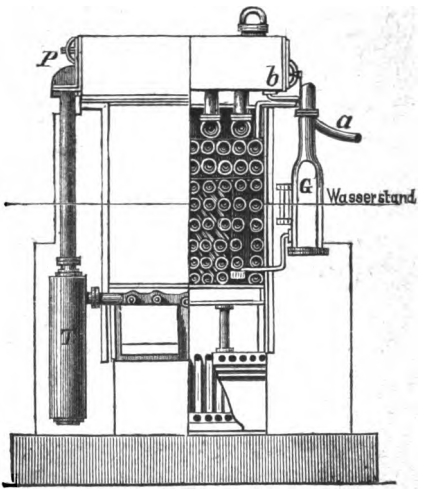


und Blech hergestellte Thürgeschränke den Abschluß. Die Anordnung der Wasserrohre fand nun bei dem Kessel von 1867 derart statt, daß vier oder mehr U-förmig gebogene Rohre an ihren vorderen Enden durch aufgeschraubte Kappen zu einer vertical aufsteigenden Serpentine verbunden waren, welche unten mit dem Speiserohr, oben mit dem Dampfsammler communicirte; eine größere oder geringere Anzahl

Digitized by Google

solcher »Elemente« neben einander gestellt, bildete dann den Belleville-Kessel, welcher mit Vorliebe den Namen »Inexplosible« führt, und in Folge der allen Wasserkesseln gemeinsamen Eigenschaft, daß bei vorkommendem Risse nur geringe Wassermengen zur momentanen Verdampfung gelangen, auch vollständig verdient. In Wien 1873 war dieser Kessel hauptsächlich nur darin verändert, daß die einzelnen Theile der Serpentine statt aus U-förmig gebogenen Röhren aus zwei V-artig convergirenden Röhren bestanden, die an ihren vorderen Enden mit zwei übereinander stehenden Verbindungsstutzen, hinten aber durch ein Querstück mit einander verschraubt waren. Die Folge dieser Anordnung ist, daß aller in den einzelnen Röhren einer Serpentine gebildete Dampf denselben Weg nach aufwärts nehmen muß, dadurch bei dem allein verfügbaren engen Rohrquerschnitt das Wasser in heftige Wallungen versetzt und derart mit Feuchtigkeit geschwängert aufsteigt, daß die oberen Rohre gar nicht mit Wasser gefüllt sein dürfen und nur zum Trocknen dienen. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, hat Belleville das System der Serpentine theilweise verlassen und fügt die

Fig. 44.



Digitized by Google

einzelnen V-förmigen Rohrelemente (in den Skizzen Figuren 43 und 44 sechs übereinander) einem gemeinschaftlichen verticalen Verbindungsrohre ein, von denen dann wieder eine beliebige Anzahl (in Figur 44 fünf Stück) nebeneinander gestellt und auf das gemeinsame Speiserohr aufgedichtet werden. Mit den verticalen Verbindungsrohren wird zunächst das nach abwärts gerichtete Ende des ersten V-förmigen Rohrpaares durch Ueberwurfmutter verbunden, hierauf nach links aufsteigend, das andere Ende des ersten Rohrpaares, rechts davon beginnt dann das zweite Rohrpaar u. s. f. Dem entsprechend findet die Wasserströmung in den Wasserrohren von rechts nach links und aufwärts, in dem verticalen Verbindungsrahmen von links nach rechts zum nächsten Rohrpaar in vollkommener Weise statt; die Dampfblasen dagegen können direct im Verbindungsrohr nach aufwärts steigen und werden dabei durch die schiefgestellten Zwischenwände des Verbindungsrohres nach links gerichtet, um nicht durch die Wasserströmung wieder in die Rohre gerissen zu werden. Hierin besteht ein entschiedener Fortschritt des neuen Modells, welcher die weite Verbreitung der Belleville-Kessel nur noch vergrößern muß. Oberhalb des Wasserspiegels ist diese Vorsicht selbstverständlich unnöthig und der Dampf zieht, in einfachen Serpentinenrohren getrocknet, zum Dampfsammler, wo er durch eine eingesetzte Düse derart gegen einen Fangschirm gerichtet wird, daß das etwa noch mitgerissene Wasser nach abwärts geschleudert wird und von hier durch das Rohr P (Fig. 44) nach abwärts wieder in den Kessel gelangt. Zur weiteren Erläuterung der Zeichnung sei der eigenthümliche Wasserrohr-Rost erwähnt, aus abgebogenen Rohren bestehend, die oben und unten mit Sammelkästen und durch ersteren mit dem Kessel verbunden sind;

Digitized by Google

zwischen je zwei Rostrohren ist ein gewöhnlicher Flacheisen-Roststab (vergl. Fig. 44) eingeschaltet.

Von den vielen netten Apparaten, mit denen die Belleville'schen Kessel stets ausgerüstet sind, um die Speisung, Zug und Dampfdruckregulirung selbstthätig durchzuführen, sei hier nur der Vorrichtung zum Speisen, welche gleichzeitig Reinigung des Kesselwassers bezweckt, kurz gedacht. Der Apparat G, in Figur 42 im Schnitt, in Figur 44 in der Ansicht gezeichnet, steht mit dem Wasser- und Dampfraum des Kessels so in Verbindung, daß sich der Kesselwasserstand herstellt; sinkt derselbe, so hat der in G befindliche Schwimmer das Bestreben, gleichfalls zu sinken und zufolge der in Figur 42 angedeuteten Hebelvorrichtung den außerhalb des Gehäuses befindlichen doppelarmigen Hebel empor zu drücken; letzterer hat seinen Drehpunkt bei der Angriffsstelle des inneren Mechanismus; am rechten Ende hängt ein Regulirungsschieber, links ein fixes Gewicht und variable Belastung durch eine stellbare Schraubenfeder. Je nach dem Anspannen der letzteren ist ein größeres oder geringeres Heraustreten des Schwimmers aus dem fallenden Wasserspiegel nöthig, um die erforderliche Kraft zum Bewegen des äußeren Hebels zu gewinnen; es lassen sich also hierdurch die Empfindlichkeitsgrenzen der selbstthätigen Regulirung bestimmen. Dem Regulirungsschieber selbst, welcher durch das rechte Ende des doppelarmigen Hebels bewegt wird, kommt das Wasser durch das Rohr a aus einer unausgesetzt arbeitenden Pumpe zu und geht durch b in größerer oder geringerer Menge zum Kessel, und zwar mündet b von unten in den Dampfsammler, so daß das eintretende Wasser nach aufwärts geschleudert, momentan mit heißem Dampf in Berührung kommend, rasch erhitzt wird und in diesem Zustande, von dem früher erwähnten Schirm zurückgeworfen,

Digitized by Google

durch das Rohr (Fig. 44) nach abwärts rinnt, in dem Scheidekessel T vermöge seiner raschen Erwärmung die fremden Bestandtheile absetzt und von T aus in das Querverbindungsrohr der verticalen Rohre eintritt.

V.

Die Gasgeneratoren.

Gasöfen oder Gasgeneratoren sind Oefen, welche die beste Verwerthung der Brennstoffe geben und in denen das Brennmaterial so hoch geschichtet wird, daß die durch den Rost gehende Luft zunächst nur zur Bildung von Kohlenoxyden ausreicht. Den so erzeugten Gasen wird in einem anderen Theile des Ofens eine neue, gerade hinreichende Quantität Luft zugeführt, um die vollständige Verbrennung zu Kohlensäure zu bewirken.

Schon im Jahre 1812 begann man brennbare Gase zu Feuerungszwecken zu benützen, und zwar versuchte man zuerst die von den Hohöfen ziehenden Gase zu verwenden, welche bis dahin unbenützt entwichen waren. Nachdem man hierbei die Erfahrung gemacht, daß die Heizung durch Gasverbrennung viele Vortheile gewähre, fing man an, diese Methode allgemeiner anzuwenden, indem die Brennstoffe direct in gasförmige Producte verwandelt und zu deren Verbrennung besondere Feuerungen construirt wurden.

Das Princip der Gasflammöfen läßt sich bei dem größten Theile der Feuerungen, namentlich aber bei den Dampfkessel-Feuerungen, benützen, da die vollkommene Rauch-

Digitized by Google

verbrennung, sowie manche andere Vortheile dadurch erzielt werden.

Die Vortheile, welche Gasfeuerungen überhaupt bieten, sind:

1. Vollkommene Rauchverbrennung, daher größerer Heiz- und Nutzeffect und Ersparniß an Wärme;

2. ist man im Stande, die Verbrennung viel leichter zu reguliren;

3. braucht weniger geschürt zu werden, daher Ersparniß an Arbeit;

4. wird eine höhere Temperatur erzeugt.

Zur vollkommenen Rauchverbrennung ist es nothwendig, daß die Temperatur der verbrennenden Gase nicht unter 450 bis 500 Grad sinke. Die Feuerungsanlage ist deshalb auch so zu machen, daß den brennenden Gasen in dem Augenblicke ihres Entstehens nicht zu viel Wärme entzogen wird, und ist deshalb darauf zu halten, daß das Gefäß, welches erhitzt werden soll, nicht direct über der Feuerung liegt, weil dasselbe viel Wärme absorbirt. Erst dann, wenn man eine kräftige Flamme erzeugt hat und aller Kohlenstoff der Gase glühend ist, soll denselben ihre Wärme entzogen werden. Aus demselben Grunde ist auch darauf zu halten, daß die Seitenwände des Feuerherdes nicht zu viel Wärme absorbiren und fortleiten, wozu nothwendig ist, daß dieselben aus schlechten Wärmeleitern angefertigt werden.

Die feuerfesten Chamottesteine haben sich erfahrungsgemäß zu diesem Zwecke am besten bewährt, und wenn dieselben auch kostspieliger sind, als gewöhnliche Mauersteine, so wird dieser Nachtheil doch dadurch aufgehoben, daß die Haltbarkeit derselben eine viel größere ist; es werden daher jetzt alle Theile der Feuerungsanlage, welche mit dem Feuer in directe Berührung kommen, aus Chamottesteinen angefertigt

Digitized by Google

Bei Feuerungen, welche eine hohe Temperatur auszuhalten haben, schleift man die Ziegel aufeinander und wendet als Bindemittel derselben Chamottepulver an, welches mit etwas gewöhnlichem Thon, etwas Salz (oder noch besser Natronwasserglas) und etwas Braunkohlen- oder Steinkohlenasche vermischt ist.

Das Salz oder Wasserglas bewirkt, daß das zum Mauern verwendete Bindemittel mit den Steinen zusammenschmilzt und eine festere Masse bildet. Es ist ferner sehr zweckmäßig, die Herdwände mit einer aus Wasserglas, Lehm und Asche oder mit der folgenden Mischung zu überstreichen: 3 Theile trockener Lehm, 1 Theil Kochsalz mit schwachem Essig zu einem dünnen Brei angerührt. Durch diesen Anstrich entsteht bei dem Erhitzen eine Glasur, welche die Wärmestrahlen reflectirt und deren Absorption durch die Wände vermindert.

Damit die zwischen den Steinen befindlichen Bindemittel, Mörtel oder Thonpulver, nicht zu stark werden, ist es nothwendig, daß die aufeinander zu liegenden flachen Ziegel, recht gerade und winkelrecht aufeinander passen.

Apparat von Perutz.

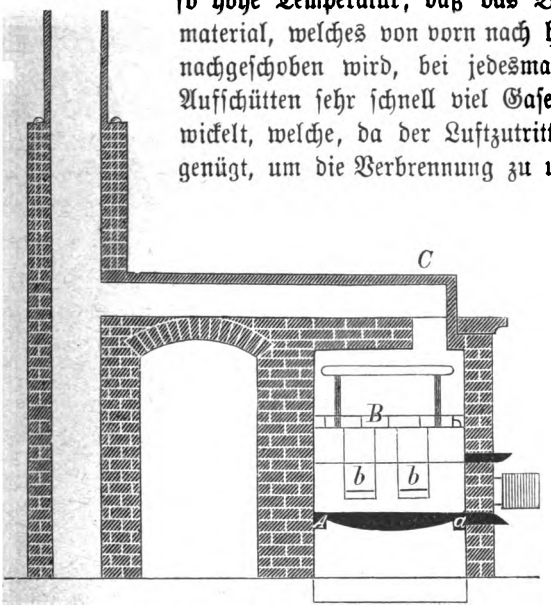
Für Dampfkesselöfen u. s. w. mit natürlichem Luftzuge läßt sich eine theilweise Gasfeuerung auf folgende Weise ausführen. Umstehende Figuren 45 und 46 ergeben das Nähere.

Der Ofen C enthält zwei Verbrennungsräume A und B. In A ist der Flachrost a, auf welchem das Brennmaterial (durch enges Aneinanderlegen der Roststäbe bewirkt) nur unvollkommen verbrannt wird, es entsteht daher hier viel Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff.

Digitized by Google

Die Gase entweichen durch die beiden Seitencanäle b b und werden im zweiten Verbrennungsraume B vollständig verbrannt. In B ist ein Luftzug befindlich, in welchem die noch fehlende Luft eingeführt wird, welchen Zug man durch einen Schieber regulirt. In dem Raume A, welcher durch das Gewölbe D von B getrennt ist, werden die Herdwände bald hellglühend, und es entsteht eine so hohe Temperatur, daß das Brennmaterial, welches von vorn nach hinten nachgeschoben wird, bei jedesmaligem Aufschütten sehr schnell viel Gase entwickelt, welche, da der Luftzutritt nur genügt, um die Verbrennung zu unterhalten, größtentheils unverbrannt nach B entweichen, um hier vollkommen zu verbrennen.

Fig. 45.

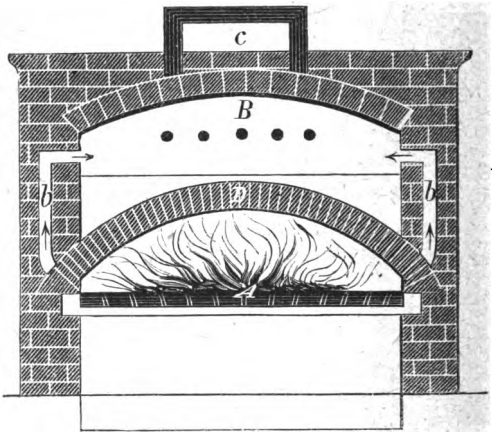


Nach einiger Zeit werden auch die Canäle b b und der Raum B hellglühend, und man ist im Stande, die Temperatur bis nahe zur Weißglühhitze zu bringen. Bei dieser Feuerung geht ein Theil der strahlenden Wärme ver-

Digitized by Google

loren, um die Herdwandungen und die Zugcanäle b b glühend zu machen; dies wird aber doppelt und dreifach wieder gewonnen durch die ganz vollkommene Rauchverbrennung und durch die bequeme Regulirbarkeit der Verbrennung, vermöge welcher man im Stande ist, jeden Ueberschuß von Luft zu vermeiden. Aus der Esse entweichen nur Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff. Dadurch, daß der Dampfkessel nicht direct über dem Rost liegt, wird den Gasen hier

Fig. 46.



nicht mehr Wärme entzogen, als sie durch Strahlung an die Herdwände abgeben und welche Wärme denselben noch größtentheils zugute kommt; daher bleibt trotz der unvollkommenen Verbrennung die Temperatur immer hoch genug, so daß die Entwickelung der Gase ungestört vor sich gehen kann.

Ein fernerer Vortheil dieser Feuerung ist, daß die Verbrennungs-Producte in dem Augenblicke, wo sie die feuer-

Digitized by Google

berührte Fläche des Kessels erreichen, die höchstmögliche Temperatur erreicht haben, da dann sämmtliche Gase schon vollkommen verbrannt sind, und daß daher die Transmission der Wärme durch die Kesselwandungen eine viel stärkere ist, während bei den gewöhnlichen Feuerungen ein Theil der Gase erst vollkommen verbrennt, wenn schon ein Theil des Weges an der feuerberührten Fläche zurückgelegt ist.

Die Transmission der Wärme wird ferner dadurch vermehrt, daß die Gase durch die Form der Canäle b b veranlaßt werden, eine wirbelnde Bewegung anzunehmen, wodurch immer neue Verbrennungs-Producte mit der feuerberührten Fläche in Berührung kommen, welche eine höhere Temperatur haben.

Der Verfasser, welcher bereits vor 30 Jahren die Generator-Feuerung bei Anlegung von Fettsäure-Destillationskesseln in Stearinfabriken in Anwendung brachte und dieses System auch bei Dampfkesseln versuchte, seit der Zeit bis heute in vielen Fabriken dessen Anwendung versuchsweise zu bemerken die Gelegenheit hatte, kam zu folgender Ueberzeugung: Nach dem heutigen Stande der Gasfeuerung in ihrer Anwendung für Dampfkessel kann ich derselben keinen besonderen Werth beilegen.

Einerseits sind die nahezu unvermeidlichen Verluste durch Wärmestrahlung u. s. w. nicht unbedeutende, andererseits erregt der wesentlichste Vortheil der Gasfeuerung in der Anwendung für Dampfkessel Bedenken. Dieser Vortheil besteht darin, daß die Gasfeuerung nahezu ohne Luftüberschuß vollständige Verbrennung gewährt, in Folge dessen man sehr hohe Anfangstemperaturen erzielen kann. Dieser Vortheil ist nun für Dampfkessel mehr als problemati-

Digitized by Google

er kann zum Nachtheil werden, weil die hohe Anfangstemperatur unter Umständen, die oft vorkommen können, dem Kessel direct schädlich ist. Die Alternative bei Anwendung der Gasfeuerung für Dampfkessel ist also: Entweder man arbeitet ohne Luftüberschuß mit hoher Anfangstemperatur und schädigt dann eventuell die Kessel, oder man arbeitet mit Luftüberschuß und dann ohne wesentliche Ersparniß. Für jene Industriezweige, wo hohe Temperaturen eine Nothwendigkeit, ist die Gasfeuerung von hohem Werth, bei Dampfkesseln unserer Ansicht nach — wenigstens nach heutigen Erfahrungen — nicht.

Trotz dieser Anschauungen ist der Schreiber dieses als Verfasser eines Werkes über rationelle Dampfkessel-Anlagen verpflichtet, die verschiedenen »Für und Wider« die Gasgenerator-Feuerung zu bringen, was in Folgendem auch geschehen soll.

Die Haupt'sche Gasgenerator-Feuerung in ihrer Anwendung auf Dampfkessel.

Der Civilingenieur und Professor Haupt zu Brieg in Preußisch-Schlesien ist Begründer und Leiter der durch ihre vorzüglichen Fabrikate weit berühmten Dinasteinfabrik von Haupt & Lange daselbst und betreibt die Ausführung von Gasfeuerungen seit langer Zeit als Specialität.

Es erhielt nun im Jahre 1878 der Director der königlichen höheren Gewerbeschule zu Brieg, Professor Dr. Nöggerath, durch den Vorstand der niederschlesischen Bergbau-Hilfscasse zu Waldenburg den Auftrag, eine Versuchsstation in der genannten Fabrik zur vergleichenden Prüfung der niederschlesischen Kohlen mit denen anderer Reviere zu erbauen, und dieser errichtete zu diesem Zwecke zwei Dampfkessel mit je 40 Quadratmeter feuerberührter Fläche

Digitized by Google

nach dem System der Cylinderkessel mit Unterkessel und mit unterlegter Rostfeuerung, welche Dämpfe von 7 Atmosphären Spannung zu erzeugen haben und gleichzeitig zum Betriebe der genannten Fabrik dienen, so daß die Verhältnisse, unter denen diese Kessel arbeiten, durchaus der Praxis entsprechen.

Die Construction, der Bau und die Ausrüstung dieser Kessel geschah mit Berücksichtigung aller werthvollen Erfahrungen und Errungenschaften der Neuzeit durch den Civilingenieur Haupt, und ist diese, wie wir aus eigener wiederholter Anschauung berichten können, eine in jeder Beziehung musterhafte.

Außerdem ist die Versuchsstation mit allen wissenschaftlichen Hilfsmitteln zur Bestimmung der in Frage kommenden Ermittlungen, als der verbrannten Kohlen, des verdampften Wassers, der Temperaturen im Verbrennungsraum, in den Zügen und im Fuchs, der zur Verbrennung dienenden Luft, der Zusammensetzung der Rauchgase u. s. w., auf das opulenteste ausgestattet, so daß die erzielten Resultate auf volle Zuverlässigkeit und wissenschaftliche Genauigkeit Anspruch erheben dürfen.

Haupt hatte Mitte vorigen Jahres (1878) einen Versuchskessel in der genannten Fabrik probeweise mit seiner patentirten Gasfeuerung errichtet und damit nach mehrmonatlichem Betriebe bereits so günstige Resultate erzielt, daß der genannte Vorstand nach Kenntnißnahme dieser Einrichtung beschloß, sofort bei einem der beiden Kessel der Versuchsstation diese Feuerung einzubauen, um den Heizwerth der niederschlesischen Kohlen sowohl für diese Gasfeuerung als für Rostfeuerung vergleichsweise festzustellen.

Die neue Feuerung, deren Bau nur vier Tage in Anspruch nahm, da sie den Vorzug großer Einfachheit besitzt und nicht mehr Raum als jede Rostfeuerung erfordert

Digitized by Google

kam im October 1879 in Gang und ist bis heute in ununterbrochenem besten Betriebe. Die erzielten Resultate sind wahrhaft glänzende, und können wir sagen, daß nach unserer vollen Ueberzeugung dieselbe binnen wenigen Jahren jede Art Dampfkessel-Rostfeuerung verdrängt haben wird.

Zunächst ist hervorzuheben, daß sich diese Feuerung für jedes Kesselsystem eignet, Flammrohr- oder Cornwallkessel, überhaupt solche mit innerer Feuerung erhalten eine vorgelegte Gasfeuerung, und daß sich ferner jede beliebige Kohlensorte, Steinkohle wie Braunkohle, darauf verbrennen läßt; besonders vortheilhaft erweisen sich Staubkohlen, welche etwas backend sind; ausgezeichnete Resultate haben die versuchsweise probirten Rossitzer, stark backenden Kohlen von Segen Gottes, welche sich bekanntlich mittelst Rostfeuerungen nur schwierig verbrennen lassen, ergeben, indem, ohne daß sich die mindesten Schwierigkeiten zeigten, 10·7fache Verdampfung erzielt wurde, d. h. 1 Kilogramm Kohle verwandelte 10·7 Kilogramm Wasser von Null Grad in Dampf von 100 Grad.

Ferner ist hervorzuheben, daß sich die Haupt'sche Gasfeuerung mit Leichtigkeit ganz nach Belieben sehr stark, und zwar augenblicklich forciren läßt, so daß per 9 Quadratmeter Heizfläche $1^1/_2$ bis nahezu 2mal so viel Dampf erzeugt werden kann, als mit einer guten Rostfeuerung, und was von besonderer Wichtigkeit ist, ohne daß dadurch der gute Effect im mindesten herabgedrückt wird, im Gegentheil, derselbe wird um so besser, je mehr man forcirt.

Dieser Umstand wäre von Wichtigkeit, insbesondere für Zuckerfabriken, die wohl ohne Ausnahme an chronischem Dampfmangel leiden; aber ebenso leicht ist die Feuerung zu mäßigen oder ganz, je nach Bedarf, augenblicklich zu unterbrechen. Ferner ist die Bedienung der Feuerung eine sehr

Digitized by Google

einfache; es wird jede Stunde der Generator vollgeschüttet und derselbe also einfach bis an sein Gewölbe vollgestopft, so viel als hineingehen will; bei backender Kohle wird die vorherige Schüttung aufgebrochen, was leicht und bequem auszuführen ist. Das Abrosten und Schlacken geschieht alle 2 bis 4 Stunden, je nach dem Aschen- und Schlackengehalt der Kohle, und ist leicht auszuführen, da die niedere Temperatur auf dem Roste des Generators mehr Aschen- und Schlackenbildung bewirkt.

Man ist sonach von dem guten Willen, der Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit der Heizer viel weniger abhängig als sonst, was Jeder zu schätzen wissen wird, der Gelegenheit hatte, hierin Erfahrungen zu machen.

Die bessere Haltbarkeit der Kesselbleche steht außer Frage, da der Eintritt kalter Luft beim Schüren gänzlich vermieden und die Temperaturen im Verbrennungsraume der Gasfeuerung eher niedriger sind als in dem der Rostfeuerung; die höchste der täglich mit dem Weinhold'schen Calorimeter gemessenen Temperaturen in der Gasfeuerung betrug nur 1037 Grad C. Wiederholte sachverständige Besichtigungen der Feuerbleche haben bis jetzt nach halbjährigem ununterbrochenen Betriebe nicht die geringste Ueberhitzung derselben erkennen lassen. Die Nachtheile der neuen Feuerung bestehen darin, daß ihr Einbau Aufmerksamkeit und Sorgfalt erfordert und nur durch erfahrene Maurer bewirkt werden kann, und daß die Kosten der Anlage sich um etwas höher stellen als die einer Rostfeuerung; dagegen ist die Haltbarkeit, insbesondere der feuerfesten Steine, um so länger; nach den bisherigen Erfahrungen werden dieselben 2 bis 3 Jahre lang ohne wesentliche Reparatur aushalten.

Die Feuerung ist natürlich eine absolut rauchlose, nur bei dem jede Stunde erfolgenden Beschicken des Generators

Digitized by Google

entströmt dem Schornstein auf einige Minuten ganz schwacher, kaum sichtbarer Rauch.

Der erforderliche Zug ist sehr gering, er beträgt an dem mit Petroleum gefüllten Scheurer-Kestner'schen Zugmesser in Brieg nur $1^1/_2$ bis 2 Millimeter, während der daneben liegende Kessel mit Rostfeuerung 6 bis 10 Millimeter Zug bedarf; es fallen in Folge dessen auch die Mißstände, die durch zu schwachen Zug — bedingt durch zu enge oder zu niedrige Schornsteine — hervorgerufen werden, bei der Gasfeuerung fort.

Die Mehrverdampfung guter Steinkohlen stellt sich nach den in der erwähnten Versuchsstation erhaltenen Durchschnittsresultaten für die Gasfeuerung wie $6^1/_2$ zu $9^1/_2$, also 2 zu 3; es ist also im großen Betriebe mindestens eine Kohlenersparniß von $^1/_3$ des ganzen sonst verbrauchten Quantums zu erzielen, ein Object, das allein hinreichend ist, das lebhafte Interesse jedes Dampfkesselbesitzers zu wecken, da ja die jetzigen Productions-Verhältnisse nach jeder Richtung hin auf Ersparnisse drängen.

Ein zweiter Berichterstatter vom Jahre 1880 sagt von dieser Feuerung: »In der Zuckerfabrik zu Oßlawan wurde die Haupt'sche Gasfeuerung eingeführt, mußte aber nach kurzer Zeit entfernt werden, weil bei Anwendung der backenden, sehr guten Rossitzer Kohle Alles verbrannte.«

Ein dritter Berichterstatter: »Seit dem vorigen Jahre wurde die Haupt'sche Gasfeuerung in mehreren Etablissements angelegt und ist in denselben theilweise mit größerem, theilweise geringerem Erfolge im Betriebe; was die Anlage in Oßlawan und deren Resultate anbelangt, hat mir Haupt persönlich mitgetheilt, daß er bei dieser Anlage, nachdem ihm noch nicht die genügenden Erfahrungen der Praxis bei verschiedenen Kohlen zur Verfügung standen, etwas von

Digitized by Google

seinem Principe der minimalen Schütthöhe beim Generator abgewichen und gleichzeitig auch den Generator ein Bischen zu klein gewählt habe; er baue jetzt die Generatoren von etwas größerem Flächeninhalte bei minimaler Schütthöhe, um so ein kleines Plus von Gasentwickelung zu erlangen, andererseits baue er jetzt die Gewölbe der Generators derart, daß dieselben aus Formsteinen dargestellt werden, in welchen gleichzeitig die Luftzüge enthalten seien.«

Schäfer's Gasgenerator.

In neuester Zeit hat Ingenieur Schäfer in der »Wochenschrift des Vereines deutscher Ingenieure« Nr. 8 seinen neuen Gasgenerator beschrieben. Wir bringen diese Beschreibung (indem wir das Theoretische derselben fortlassen) im Auszug, enthalten uns aber jeden Urtheiles über dieses Verfahren, da verläßliche Berichte über dasselbe, betreffs seiner industriellen Ausführung, bis jetzt noch fehlen.

Eine jede Heizvorrichtung ist um so vollkommener, je vollständiger die Verbrennung des Heizmaterials bei dem kleinsten Ueberschusse an atmosphärischer Luft vor sich geht.

Diese Wahrheit ist so unumstößlich, so oft durch die Gasfeuerung in der Wirklichkeit bewiesen worden, daß alle Zweifler verstummen müssen.

Leider jedoch bedingen Gasfeuerungsanlagen für Kessel- und Pfannenbetrieb so complicirte Apparate zur Mengung und Verbrennung der Gase, die in der Ausführung wie der Erhaltung so kostspielig werden, daß bislang die Gasfeuerungen für diese Zwecke nicht entsprochen haben.

Bei derartigen Anlagen traten sowohl das Gas als die zu dessen Verbrennung dienende atmosphärische Luft mit einer Temperatur von höchstens 300 Grad zu einander, und es ist bisher nicht gelungen, das Kohlenoxydgas direct

Digitized by Google

unter dem Kessel zu entzünden, resp. zu verbrennen. Diese Thatsache beruht darauf, daß die Gase erst bei 550 Grad die Entzündungstemperatur erlangen, also unter den kalten Blechen solche durch sich selbst und ihre Verbrennung nicht herbeiführen können. Der Zwang ist es also gewesen, der alle Gasfeuerungs-Techniker dazu brachte, eigene Brenner zu construiren.

Welche Wärmemengen diese Mauerwerke verschluckten, nach außen transmittirten, muß als hinlänglich bekannt vorausgesetzt werden, ebenso die oft sinnreiche Einbauung von Canälen u. s. w., um diese Wärme wenigstens zum Theile zu gewinnen. Wunder aber ist es wohl keines, daß die meisten Gasfeuerungen für Kessel wieder verschwinden; selbst die durch Ramdor's Uebersetzung weithin bekannt gemachte Dampfkessel-Feuerung von Fichet bestand 1878 nicht mehr, die Erhaltung der Brenner hatte sich als zu kostspielig erwiesen.

Die Gasfeuerungen für Dampfkessel blieben eine Zeit lang unbeachtet, man begnügte sich mit der Verbesserung der Roste und der neuen rauchverzehrenden Apparate.

Total anders aber gestaltet sich die ganze Feuerungs-Angelegenheit, wenn man im Stande ist, auf den bestehenden Rosten nur mit der theoretischen Luftmenge ein Brennmaterial zu verbrennen. Scheint dies auch auf den ersten Augenblick nicht möglich, so ist es doch zur Thatsache geworden.

Dicht über den bestehenden Rosten, deren Form gleichgiltig ist, läßt man einen Gasstrom eintreten, indem man sich zur Gaserzeugung eines Generators bedient; Leuchtgas würde seines Preises halber ausgeschlossen sein. Das eintretende Gas consumirt nun die Luftmenge, resp. die Sauer-[illegible]menge, welche nutzlos durch den Rost und dessen Be-

Digitized by Google

schickung getreten ist und die sich dabei auf die gleiche Temperatur wie das Feuer selbst erwärmt hatte, also auf 12= bis 1400 Grad C. etwa. Es ist dabei gleichgiltig, ob die Gaserzeugung dicht am Kessel stattfindet, oder ob eine längere Gasleitung angeordnet wird, wenn nur die zugeführte Gasmenge ausreicht, um die Luft über den Rosten vollständig zur Verbrennung zu verwenden.

Betrachten wir uns diese Einrichtung näher, so erhält man nun über dem Rost eine Feuerung ohne jeden Luftüberschuß, oder, was genau das Gleiche ist, Temperaturen, wie selbe nur die Gasfeuerung hervorzubringen im Stande ist, d. h. man verbraucht 1 Kilogramm Kohle auf dem Rost und führt die Gase von noch 1 Kilogramm Kohle hinzu; mit Zugrundelegung obiger Kohle würde man also folgendes Resultat erhalten:

1. Die Verbrennungstemperatur von 1 Kilogramm Kohle mit doppeltem Rost 1213 Grad C.,

und 2. jene der Temperatur der Gase von 1 Kilogramm der gleichen Kohle (verbrennt ohne Luftüberschuß), welche der Rechnung nach 2270 Grad betragen würden; durch die Benützung der heißen Luft über den Rosten vermehrt sich jedoch diese Temperatur um 1213 Grad C. und man hat also von diesem Kilogramm eine Endtemperatur von 1213 Grad + 2270 Grad = 3483 Grad erhalten, oder die mittlere Temperatur per 1 Kilogramm Kohle stellt sich auf $\frac{1213 \text{ Grad} + 3483 \text{ Grad}}{2} = 2348$ Grad der Rechnung nach.

In Wahrheit wurden mit dem Siemens'schen Pyrometer Temperaturen von 2000 Grad C. constatirt, und ist wohl dieses Resultat günstiger, als es mit einer anderen Kesselfeuerung überhaupt je erreicht werden wird.

Digitized by Google

Das zugeleitete Gas brennt mit einer bläulichen Flamme und ist diese in ihrem Erscheinen der Spiritusflamme zu vergleichen; es entsteht weder Rauch noch Ruß, denn die Verbrennung ist eine momentane, und wenn auch die kühlenden Einflüsse der Kesselwände noch größeren Einfluß üben bei hohen Temperaturen als bei niedrigen, so ist dennoch schon die Verbrennung beendigt, wenn die Temperatur auf 1600 Grad gesunken ist. Es verbrennen also die Producte der trockenen Destillation sofort und gewähren gleichfalls noch eine Steigerung des Heizeffectes.

Uebrigens braucht nun die Rostbeschickung nur sehr selten vorgenommen zu werden und wird überhaupt nie der gesammte Rost beschickt.

Wir glauben kaum nöthig zu haben, darauf hinzuweisen, daß dieses System für Dampfkessel von der allergrößten Wichtigkeit ist. Es erfordert keine anderen Kosten als jene, welche der Gasometerbau beansprucht, und die einer eventuell nöthigen Gasleitung ohne Betriebsstörung im Kesselbetriebe selbst, denn die Gaseinmündung ist in Zeit einer Stunde hergestellt und mit der Gasleitung fest verbunden.

Das Newton'sche Gesetz über Wärmetransmission sagt uns, daß je größer die Temperatur-Unterschiede zwischen den Verbrennungsgasen und den festen Wärme aufnehmenden Stoffen ist, eine desto größere Wärme werde in der Zeiteinheit transmittirt. Wir glauben, dieser Satz enthebt uns der Verpflichtung, eine Berechnung anzustellen, um wieviel mehr Wasser man bei hoher Verbrennungstemperatur verdampft, oder was das Gleiche ist, um wieviel Kohlen auf diese Art gespart werden können.

Sind zwei Kessel neben einander gelagert, von denen einer als Reservekessel dient, so sind selbstverständlich die

Digitized by Google

Unkosten für beide Kessel gleich bis auf den Anschluß. Wir kommen zum Schluß: Gasfeuerungen für Dampfkessel können nur vortheilhaft sein, wenn sie die jederzeitige sofortige Abstellung erlauben. Wir haben seit dem Jahre 1873 den Beweis geliefert, daß Gasfeuerungen jede Secunde außer Betrieb zu setzen sind und dennoch kein Verlust an Brennmaterial dadurch entsteht.

Ingenieur Schäfer übernimmt jede Generator-Anlage für Kessel und leistet für die eintretende Ersparniß dennoch Garantie.

In Bezug auf die eventuellen Unkosten sei bemerkt, daß für einen 20 bis 30 Pferdekraft-Dampfkessel etwa 650 Mark Unkosten erwachsen, für größere Kessel im Verhältniß weniger, so daß z. B. für 450 Quadratmeter Feuerfläche nur 900 Mark Generator-Unkosten entfallen.

VI.

Rauchverzehrende Feuerungen.

Wenn der Fabrikant seinem Unternehmen einen entsprechenden Nutzen abgewinnen will, so muß er zunächst darauf bedacht sein, die Betriebskosten auf das geringste Maß zu reduciren.

Unter den diversen Regiekosten, mit denen ein mit Dampf arbeitendes Etablissement verknüpft ist, nimmt nun der Aufwand für das Brennmaterial einen erheblichen Antheil in Anspruch.

Es muß demnach das Streben eines jeden Fabrikanten dahin gehen, für eine möglichst vollständige Ausnützung der

Digitized by Google

verwendeten Brennstoffes Sorge zu tragen, um mit einem Minimum desselben eine Maximal-Wasserverdampfung zu erzielen.

Der Rauch, welcher sich aus einem Schornstein erhebt, besteht größtentheils aus Kohlenstoff, welcher der Verbrennung entging, und es sind demnach stark rauchende Schornsteine stets das Zeichen einer mangelhaften Feuerungsanlage.

Eine solche kann nun durch mannigfache Ursachen hervorgerufen werden, von denen wir hier die wichtigsten anführen wollen:

1. In der Regel strömt in den Feuerraum stets mehr Luft ein, als zur Oxydation des Brennstoffes wirklich herangezogen wird. Die überschüssige Luft, der inactive Stickstoff derselben, consumiren Wärme, die beim Abzug durch den Kamin entführt wird.

2. Die Verbrennung ist niemals eine vollständige, nicht aller Kohlenstoff wird zu Kohlensäure oxydirt und damit das höchste Wärmemaß entwickelt, sondern ein großer Theil oxydirt sich nur zu Kohlenoxyd; ferner geht auch fein vertheilter Kohlenstoff, als Rauch und in den Schlacken eingeschlossen, unbenützt verloren.

3. Geben die ausströmenden Verbrennungs-Producte (Rauch) nicht alle Wärme an den zu erhitzenden Gegenstand ab, sondern entweichen mit Temperaturen von 300 Grad C. und darüber in's Freie. Es versteht sich übrigens von selbst, daß die Essengase eine entsprechend höhere Temperatur gegen die umgebende Luft besitzen müssen, wenn sie einen genügenden Zug in der Esse veranlassen sollen.

4. Die im Aschenfall zurückgebliebene Asche hält Wärme zurück.

Digitized by Google

5. Die ganze Feuerungsanlage (Herd, Feuercanäle und Schornstein) absorbirt Wärme, die sie an die kältere Umgebung trotz starker Ummauerungen ausstrahlt.

Auf alle diese Punkte muß nun gehörige Rücksicht genommen werden, wenn man eine möglichst rauchfreie und Brennstoff ersparende Feuerungsanlage einrichten will.

Wie zu sehen, ist diese Aufgabe keineswegs so leicht, als es auf den ersten Blick erscheint, und deshalb findet man auch nur wenige Oefen, welche ihrem Zwecke völlig entsprechen.

In der neuesten Zeit ist wohl keine Frage so häufig ventilirt worden als die der rauchfreien Dampfkesselanlagen, und es ist auch wirklich gelungen, dieselbe mehr oder weniger zu lösen.

Wir haben bereits im IV. Capitel Mittel und Wege an die Hand gegeben, bei Dampfkesselanlagen eine Rauchverzehrung herbeizuführen, und beschränken uns hier darauf, die verschiedenen Rauchverzehrungs-Einrichtungen, die in der Praxis bereits eingeführt worden sind und unsere Beachtung verdienen, nachstehend anzuführen.

Der Rauchverzehrungs-Apparat von F. J. Ballek in Prag. Wir hatten unlängst Gelegenheit, einen von der letztgenannten Firma in Smichow aufgestellten Rauchverzehrer kennen zu lernen, und müssen gestehen, daß durch denselben der Rauch fast vollständig verzehrt wird.

Das Wesen dieser einfachen Vorrichtung besteht in Nachfolgendem:

Auf der Feuerbrücke ist eine Reihe von zugespitzten und 46 Millimeter von einander entfernten Chamotteziegeln aufgestellt, zwischen welchen das Feuer in Form von Feuerzungen hindurchschlägt.

Digitized by Google

Zu beiden Seiten des Rostes läuft ein Canal, der an der Stirnseite mit einem Schieber versehen ist, durch den die zutretende Luft beliebig regulirt werden kann.

Diese beiden Canäle vereinigen sich hinter der Feuerbrücke in einem gemeinschaftlichen, oben offenen Canal, welcher von den letztbesprochenen Chamotteziegeln überragt wird.

Durch die so gebildeten Oeffnungen dringt die erwärmte Luft, berührt die Feuerzungen und bringt eine möglichst vollständige Verbrennung des Rauches herbei.

Ballek's Rauchverzehrer, durch den circa 10 Percent an Brennmaterial erspart werden soll, kommt auf 80 bis 100 fl. ö. W. zu stehen und macht sich demnach in kurzer Zeit bezahlt.

Rauchverzehrende Feuerung von F. Ringhoffer in Prag, deren Vorzüge in constructiver Hinsicht darin bestehen, daß:

1. Die Heizthüren entfallen und hierdurch die schädlichen Einflüsse bei dem Oeffnen und Schließen derselben beseitigt sind;

2. daß die Beschickung in einer weit rationelleren Weise insofern erfolgt, als das frisch aufzugebende Brennmaterial nicht auf die vorhandenen glühenden Kohlenschichten geworfen, sondern unterhalb derselben eingeführt wird;

3. daß die Abhängigkeit von den Fähigkeiten des Heizers nicht wie bisher zum Ausdruck kommt, weil die Zuführung des Brennmaterials auf mechanische Weise erfolgt.

Ringhoffer hat zunächst mit Rücksicht auf die überwiegende Anzahl der Dampfkessel mit Unterfeuerungen, seine rauchfreie Feuerung für diese Kessel eingerichtet. Die wesentlichsten Vortheile dieser Feuerung lassen sich auf Grund unserer Beobachtungen in Folgendem zusammenfassen:

Die Verbrennung ist eine rauchfreie.

Digitized by Google

Die Brennmaterial-Zufuhr läßt sich sowohl für constante als variable Dampfentnahme leicht reguliren.

Die Temperatur im Verbrennungsraume ist eine vollständig gleichmäßige und unterliegt den Schwankungen nicht, welche durch das Oeffnen der Heizthüren bei gewöhnlichen Constructionen eintreten.

Die Feuerung arbeitet unabhängig von der größeren oder geringeren Geschicklichkeit des Heizers.

Wagemann's Rauchverbrennung durch hohle Roststäbe. Die Luft wird in diesen Roststäben hoch erhitzt und tritt hinter der Feuerbrücke zu den Verbrennungs-Producten.

Mechanische Distributoren von Jukes und Hazeldine. Das Brennmaterial wird bei diesen Apparaten mittelst an der Vorderseite der Feuerung angebrachten, sich bewegenden Stäben vorwärts bewegt.

Apparat von Gray. Princip desselben ist die Theilung der Flamme in zwei Theile, wovon der eine über die Feuerbrücke geht, der andere aber hinter den Rost durch besondere Oeffnungen, wo er mit frischer erhitzter Luft zusammentrifft und sich dann wieder mit dem anderen Theil vereinigt.

Ofen zur rauchlosen Verbrennung von Dr. H. Schwarz in Breslau. Derselbe ist wegen seiner Einfachheit und Zweckmäßigkeit aller Beachtung werth und hat folgende Einrichtung. Ein Gewölbe wird durch einen darunter liegenden Rost bis zum Glühen erhitzt. Die Gase, welche gezwungen sind, sich dicht unter dem verlängerten Gewölbe fortzubewegen, kommen dabei mit der glühenden Fläche desselben in Berührung und verbrennen dadurch vollständig. Die Gewölbe selbst müssen von sehr guten feuerfesten Chamottesteinen mit möglichst engen Fugen gemauert und

Digitized by Google

durch eine dicke Schicht gewöhnlichen Mauerwerkes vor der Ausstrahlung der Wärme geschützt werden. Nach den Angaben des Erfinders ist der Effect ein vorzüglicher, so daß die Steinkohlen selbst im Augenblicke des Aufwerfens keinen Rauch geben.

Dr. Gall's rauchlose Feuerung. Das Princip dieser Feuerung weicht insofern von den bisherigen Principien der Feuerungskunde ab, daß es gestattet, Feuerungen ohne Essen, oder mit nur sehr kleinen, um die Producte der Verbrennung fortzuführen, zu bauen.

In einem Keller befindet sich ein Ofen mit vier Rosten, welche um einen verticalen, gemauerten Cylinder liegen. Die Entfernung des Rostes bis zum Kessel beträgt 4·65 bis 6·2 Meter. Der Feuerraum ist überwölbt und von einem Feuercanal durchbrochen. Der zwischen den Rosten befindliche Cylinder ist oben mit einer feuerfesten durchlöcherten Thonplatte bedeckt, durch welche die Luft in den Verbrennungsraum tritt.

Ein Luftcanal verhindert als schlechter Wärmeleiter die Wärme, durch die Wände fortzugehen, und führt gleichzeitig aber auch warme Luft in den Feuercanal.

Scott's Apparat. Princip desselben ist die Anbringung eines Luftcanals in der Feuerbrücke, in welchem Oeffnungen angebracht sind, durch welche Luft aus dem Aschenfall einströmt.

Grard's Apparat. Princip desselben ist, daß man den Rauch über oder unter einen Rost fortleitet, auf welchem sich glühendes Brennmaterial befindet. Soll zweckmäßig sein.

Der Parker'sche Apparat. Princip desselben ist, erwärmte Luft an der Feuerbrücke einzuführen, welche in

Digitized by Google

einem eisernen Kasten erwärmt wird, der auf dem Roste an der Feuerbrücke angebracht ist.

Apparat von Bayliß. Bei demselben strömt gleichfalls Luft durch die Feuerbrücke ein, deren Zufluß durch ein Register regulirt werden kann.

Stefan's Braunkohlenfeuerung mit Rauchverbrennung. Das Princip derselben besteht in der Anwendung der Vorfeuerung.

Die rauchverzehrenden Dampfkesselöfen des Ingenieur George zu Paris. Das Princip derselben ist Umkehrung des Zuges und Anwendung eines zweiten Rostes mit rückkehrender Flamme und in der Weise veränderten Verbrennung, daß auf demselben das verkohlte Brennmaterial des ersten Rostes geschoben wird, wenn der erstere geschürt werden soll.

Vogl's rauchverzehrender Rost für Braunkohlenklein. Das Princip desselben beruht auf der Anwendung des Treppenrostes und eines Rittinger'schen Ventilators, und soll namentlich für staubförmiges, schlecht zu verwerthendes Brennmaterial sehr gute Resultate geben.

Der Apparat von Chapman zu Whilbey. Indem die Luft durch hohe Roststäbe strömt, wird sie erwärmt, strömt hinter der Feuerbrücke aus und gelangt von hier aus durch eine horizontale Spalte zur Flamme. Das Schüren geschieht durch einen über dem Rost angebrachten Rumpf.

Feuerungsanlage von Johnson. Das Princip derselben besteht in der Anwendung eines Speisetrichters, welcher mit seinem unteren Ende auf den Rost mündet. Letzterer besteht in einer horizontalen Welle (auf welcher der vertical rotirende Rost befestigt), durch endlose Ketten von in geneigter Lage befindlichen Roststäben. Unter diesem

Digitized by Google

beweglichen Rost befindet sich zwischen ersteren und dem Mauerwerk ein fester Rost. Die Rückseite des Trichters besteht aus einer hohen Brücke, welche zugleich als Vorderwand des Ofens dient. Um dieselbe gegen die zerstörende Wirkung des Feuers zu schützen, ist dieselbe stets mit Wasser gefüllt, wodurch gleichzeitig das Wasser für den Dampfgenerator vorgewärmt wird.

Durch den unteren festen Rost tritt die Luft ein, wodurch ein starker anhaltender Zug entsteht, welcher die Verbrennungsgase durch die Hitze vereinigt und die Verbrennung vollkommen macht, so daß die Verbrennungs-Producte vollständig verbrannt sind, wenn sie mit dem Boden des Kessels in Berührung kommen.

Rauchverzehrender Apparat von Prideaux, mit selbst sich schließendem Ventil. Das Princip dieses Apparates besteht darin, daß außer der durch den Rost tretenden Luft noch auf einem zweiten Wege Luft zugeführt wird. Die Eintrittsöffnungen der Luft für den letzteren Fall verengen sich zunehmend, und der Luftzutritt nimmt in dem Verhältnisse ab, als die Verbrennung vorschreitet und das Brennmaterial verkohlt; derselbe hört endlich ganz auf, wenn die Luft, welche durch den Rost zum Feuerherd tritt, genügend ist, um allen entstehenden Rauch zu verbrennen.

Für den sich im Ofen bildenden Rauch tritt nie mehr Luft zu, als gerade zur Verbrennung nothwendig ist, deshalb wird natürlich ein größerer Heizeffect erzielt und Brennstoff erspart. Das Schüren findet wie bei allen anderen Oefen statt.

Der zweite Weg, durch welchen die Luft eintritt, befindet sich in der Ofenthür selbst. Es sind deshalb an der äußeren Fläche derselben Platten angebracht, die sich

Digitized by Google

ähnlich wie die Platten einer Jalousie um eine horizontale Achse drehen. Hinter diesen beweglichen Platten sind drei Reihen von dünnen, befestigten Platten angebracht, welche senkrecht und parallel nebeneinander stehen, und zwischen denen sich leere Räume befinden. Die beiden ersten Plattenreihen stehen in schiefen Ebenen in Bezug auf die vordere Thürseite und beide Plattenreihen stehen sich in entgegengesetzter Richtung gegenüber. Die dritte Plattenreihe, welche dem Feuerherde am nächsten ist, enthält breitere Platten als die beiden ersten, und sind erstere auf der Ebene der Thür vertical angebracht.

Der Zweck dieser Einrichtung ist, die Luft zu erwärmen, bevor sie in den Feuerherd tritt, und den Durchgang der strahlenden Wärme durch die Thüröffnungen, welche Luft eintreten lassen, zu verhüten. Außerdem aber auch zu verhindern, daß die vordere Thürfläche eine hohe Temperatur annehme, wodurch Wärmeverluste entstehen und das Schüren beschwerlicher ist. Vor der Ofenthür befindet sich ein mit Wasser gefüllter Cylinder, in welchem ein Kolben auf- und niedergeschoben werden kann. Dieser Kolben wird mittelst eines an der Ofenthür angebrachten und um einen festen Zapfen beweglichen Hebels bewegt. Die Jalousien an der Thüre sind mittelst einer Vorrichtung in Verbindung und werden daher bei jeder Bewegung des Kolbens nach oben oder unten geöffnet oder geschlossen, welche Bewegung nach dem Standpunkte der Verbrennung langsamer oder schneller bewerkstelligt werden kann. Der Apparat soll eine sehr gute Rauchverbrennung geben.

Die Feuerung mit Doppelrost von Hall, Fairbairn und Buzonnière.

Das Princip des Doppelrostes besteht darin, daß auf zwei neben- oder hintereinander liegenden Rosten gefeuert

Digitized by Google

wird. Sie sind mit Registern versehen, mittelst welcher man die Richtung der Gase und der Flamme in der Weise regulirt, daß, während das auf dem einen Rost ruhende Brennmaterial in der lebhaftesten Verbrennung begriffen ist, die Gase, welche sich von dem eben mit frischem Brennstoffe beschütteten Roste entwickeln, gezwungen werden, durch die glühende Flamme des ersteren zu entweichen. Beim Aufschütten von frischem Brennmaterial wird die Temperatur des Ofens sehr erniedrigt und entwickeln sich viel Gase und Dämpfe; es würde ein großer Theil dieser Gase unverbrannt entweichen, wenn sie nicht genöthigt wären, durch den andern in voller Glühhitze stehenden Rost zu gehen, wo dieselben sowohl die fehlende Temperatur, wie auch die noch fehlende Luftmenge finden.

Die Verbrennung mit diesen Doppelrosten ist bei einiger Aufmerksamkeit ziemlich vollständig.

Rauchverzehrende Feuerung von Professor Meißner in Zöptau.

Die Principien, worauf dieselbe gegründet, sind folgende:

1. Daß eine Mischung des abziehenden Rauches mit frischer Luft bewirkt werde und diese Mischung dann so stark erhitzt wird, daß die Verbrennung erfolgen kann. Daß diese Erhitzung aber nicht durch Körper erfolgen darf, welche den Sauerstoff selbst verbrauchen, wie z. B. bei der Durchleitung des Rauches durch einen zweiten Rost, auf welchem ein Kohlenfeuer brennt, welches, da es selbst viel Sauerstoff gebraucht, den zur Verbrennung des Rauches nothwendigen Sauerstoff nicht darbietet.

2. Daß der Feuerraum so klein wie möglich construirt werde, um eine intensive Hitze zu erhalten.

Rauchverzehrender Apparat von Georg

Digitized by Google

Derselbe beruht auf der allmählichen Verkohlung des Brennstoffes, und zwar in der Weise, daß die Verkohlung kurz vor der Verbrennung im Ofen stattfindet. Zu diesem Zwecke wird der Brennstoff von unten allmählich auf den Rost geschafft.

Der Apparat von Darcet.

Das Princip desselben besteht in der Einleitung eines Luftstromes durch eine in der Feuerbrücke angebrachte Spalte.

Der von Dr. Arndt verbesserte Cutler'sche, sowie der Apparat von Dumery.

Diese beiden Apparate beruhen auf dem Einbringen des Brennmateriales von unten. Der Brennstoff wird destillirt und bei dem Durchströmen durch die darüber liegende glühende Coaksschicht verbrannt.

VII.

Die Essengas-Analyse und die Heizeffect-Bestimmung nach den neuesten Anschauungen der Wissenschaft.

Will man eine Kesselanlage einer Kritik unterziehen, so muß man bei dem Brennmaterial beginnen, dessen Heizwerth vorerst bekannt sein muß. Leider geschieht dies in Wirklichkeit nicht; in vielen Fabriken wird nach der Betriebsmaschine die Heizfläche des Kessels bestimmt; man kümmert sich nicht, ob Steinkohle, Braunkohle, Torf oder Holz zur Verbrennung gelangt, höchstens, daß man diesen Brennmaterialien anpassende Rost-Constructionen wählt. Er-

Digitized by Google

ist aber hervorzuheben, daß nicht nur die Gattung des Brennmaterials, sondern auch die Güte desselben Einfluß auf die Heizfläche nehmen muß, und mit dieser im Zusammenhang auch auf die Einmauerung, Schornstein-Verhältnisse u. s. w. (Wie wir früher bereits nachgewiesen haben.)

Die Dampfkesselanlagen müssen also in erster Linie von dem Heizwerthe des Brennstoffes abhängig gemacht werden, falls man nicht auf gut Glück von dem Resultate der Verbrennung, respective der Ausnützung des Brennmaterials, ob gut oder schlecht, überrascht werden soll. In zweiter Linie ist zur Beurtheilung der Dampfkesselanlagen die Kenntniß der Verbrennungs-Producte (Essengase) nothwendig. Kennt man den Werth des Brennstoffes, sowie jenen Theil desselben, der nutzbringend übertragen wurde, so läßt sich dann ohne weiters ein richtiges Urtheil über die Güte der Dampfkesselanlage, oder auch über den Werth dieser oder jener Rostanlagen, dieser oder jener Einmauerung u. s. w. fällen.

Zur Kenntniß des theoretischen Heizwerthes eines Brennstoffes ist zunächst eine chemische Analyse desselben nothwendig. Die einflußreichsten Bestandtheile bezüglich des Heizwerthes des Brennstoffes sind: Kohlenstoff und freier Wasserstoff, weitere Bestandtheile von untergeordneter Bedeutung sind: Sauerstoff, Wasserstoff (als chemisch gebildetes Wasser), hygroskopisches Wasser, Stickstoff und Silicate, welche die Asche bilden.

Der Verbrennungs-Proceß ist folgender:

a) 6 Gewichtstheile Kohlenstoff + 16 Gewichtstheile Sauerstoff = 22 Gewichtstheile Kohlensäure.

b) 6 Gewichtstheile Kohlenstoff + 8 Gewichtstheile Sauerstoff = 14 Gewichtstheile Kohlenoxyd.

Digitized by Google

Der Proceß a) stellt die vollkommene Verbrennung dar, da der Kohlenstoff seine höchste Oxydationsstufe erreicht, d. h. er kann nicht weiter verbrannt werden.

Der Proceß b) stellt die unvollkommene Verbrennung dar, da ja Kohlenoxyd noch weiter verbrennbar ist.

Genaue und eingehende Versuche zeigten, daß durch die Verbrennung von 1 Kilogramm Kohlenstoff C zu CO_2 8080 Wärme-Einheiten erzeugt wurden.

Durch die Verbrennung

von 1 Kilogramm C zu CO werden . . 2400 Calorien
» 1 » H zu HO » . . 34462 »
» 1 » HO in HO Dampf werden 637 »

erzeugt.

Von dem im Brennstoffe enthaltenen H trägt nur jener Theil zur Verbrennung bei, welcher früher als freier Wasserstoff bezeichnet wurde, während der im Brennstoffe enthaltene Sauerstoff mit Wasserstoff verbunden, das chemisch gebundene Wasser bildet. Dieses letztere trägt zur Verbrennung gar nicht bei, ist im Gegentheile noch nachtheilig, da ja zu dessen Verdampfung per Kilogramm 637 Wärme-Einheiten benöthigt werden, die den Wärme-Effect natürlich vermindern.

Nimmt man z. B. Steinkohle, deren Analyse folgende Bestandtheile nachweist:

In 100 Kilogramm Kohle sind enthalten:

Kohlenstoff	75·00	Kilogramm
freier Wasserstoff	3·50	»
Wasser, chemisch gebundenes	13·03	»
» hygroskopisches . .	3·95	»
Asche	4·52	»

so entspricht dieser Zusammensetzung ein Heizeffect von 715·801 Wärme-Einheiten, wie folgt:

Digitized by Google

	Wärme-Einheiten
75 Kilogramm Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrannt geben $75 \times 8{\cdot}080$	$= 606{\cdot}000$
3·5 Kgr. H zu H O verbrannt geben $3{\cdot}5 \times 34{\cdot}462$	$= 120{\cdot}617$
	726·617
davon gehen ab $(13{\cdot}03 + 3{\cdot}95 \times 637 =$ . .	10·816
Es liefern 100 Kilogramm Kohle also . . .	$= 715{\cdot}801$
oder 1 Kilogramm Kohle	7·158

Daraus ergeben sich nun durch Berechnung folgende Verbrennungs-Producte:

$75{\cdot}0\,C + 200\,O = 275\,CO_2$, da $C : O = 6{\cdot}16 = 75 : x$,

$x = 200$ Kilogramm O Sauerstoff

$3{\cdot}5\,H + 28\,O = 31{\cdot}5\,HO$, da $H : O = 1 : 8 = 3{\cdot}5 : x$,

$x = 28$ Kilogramm O Sauerstoff

$O : N = 23 : 77 = 228 : x$,

$x = 763{\cdot}3$ N Stickstoff

oder $228\,O + 763\,N = 991{\cdot}3$ theoretische Luftmenge, daher im Ganzen:

275·0	CO_2
31·5	HO
16·98	H O (chemisches und hygroskopisches Wasser)
763·3	N
1086·78	Kilogramm Essengase.

Ist nun bekannt, wie viel Wärme-Einheiten nothwendig sind, um diese 1086·78 Kilogramm Essengase um 1 Grad C. zu erhöhen, d. h., ist die specifische Wärme dieses Gasgemenges bekannt, so läßt sich leicht die Anfangs- oder Initial-Temperatur desselben berechnen: dieselbe ist gleich dem Quotienten aus dem theoretischen Heizwerthe in die specifische Wärme des Gasgemenges.

Die specifische Wärme des Gasgemenges ermittelt sich leicht durch Summirung der specifischen Wärme der einzelnen, dieses Gemenge bildenden Bestandtheile:

Digitized by Google

Specifische Wärme der	CO_2	0·216
» »	des Wasserdampfes	0·475
» »	des Stickstoffes . .	0·244
» »	der Luft	0.237

Daher sind um		um 1 Grad C. zu erwärmen, nöthig
275·00 Kilogramm	CO^2	275·00 × 0·216 = 59 W.-E.
31·50 »	Wasser	48·48 × 0·475 = 23 »
16·98 »	Dampf	
763·30 »	Stickstoff	763·3 × 0·244 = 186 »
1086·78 Kilogramm Essengase um 1° C. zu erwärmen, nöthig		268 W.-E.

Daraus 715·800 : 268 = 2670 Grad C. Anfangs-Temperatur, wenn gar kein Luftüberschuß in der Feuerung ist.

Ohne Luftüberschuß läßt sich jedoch, wie die später anzuführenden Essengas-Analysen auch zeigen werden, keine vollkommene Verbrennung bei unseren Dampfkesseln erreichen.

Um den Einfluß der Luftzufuhr auf die Anfangs-Temperatur der Verbrennungs-Producte zu zeigen, möge dasselbe Beispiel dienen, unter Annahme des doppelten theoretischen Luftquantums, also es wären zur obigen Essengasmenge noch 991·3 Kilogramm Luft zuzufügen, welche um 1 Grad C. zu erhöhen 991·3 × 0·237 = 234 Wärme-Einheiten nothwendig machen, daher im Ganzen 268 + 234 = 502 Calorien; daraus ergiebt sich die Initial-Temperatur mit 715·800 : 502 = 1430 Grad C.

Man sieht, daß die Luftzufuhr von enormer Wichtigkeit für die Anfangs-Temperatur der Gase, respective für die ganze Verbrennung ist.

Bisher, so lange noch keine größere Zahl von Essengas-Analysen vorlag, nahm man an, daß zur vollkommenen Verbrennung bei unseren Dampfkesseln die doppelte theoretische Luftmenge nothwendig sei; die Analysen beweisen,

Digitized by Google

daß diese Behauptung nicht stichhaltig ist, wie dies später durch Resultate praktisch durchgeführter Essengas-Analysen nachgewiesen wird.

Nicht nur zu viel Luft, sondern auch zu wenig Luft ist schädlich, indem auch in diesem Falle die Verbrennung eine unvollkommene wird.

Die Verbrennungs-Producte, unter der Voraussetzung, daß die Hälfte, C zu CO_2, die andere Hälfte des C zu CO verbrennt, bezogen auf 1 Kilogramm Kohle, sind:

0·375 Kilogr. C + $^{16}/_{6}$ 0·375 O = 1·375 CO_2
0·375 » C + $^{8}/_{6}$ 0·375 O = 0·875 CO
0·085 » H + 8 0·035 O = 0·315 HO

die verbrauchte O-Menge ist somit = 1·78 Kilogramm.

Diesem O entsprechend braucht man

(23 : 77 = 1·78 : x) x = 5·959 N.

Das heißt:

1·78 + 5·959 = 7·739 Luft;

da die einfache theoretische Luftmenge für die als Beispiel gewählte Kohle 9·913 Kilogramm (per 1 Kilogramm Kohle) beträgt, so bleibt 9·913 — 7·739 = 2·174 Kilogramm Luft unverbraucht.

In der Berechnung der Wärme-Einheiten dieser Verbrennungs-Producte um: um 1 Grad C. zu erhöhen, braucht man

1·375	Kilogr.	CO_2	1·375 × 0·216 = 0·297	W.-E.
0·875	»	CO	0·875 × 0·250 = 0·219	»
0·315	»	H	0·315 × 0·475 = 0·130	»
5·959	»	N	5·959 × 0·244 = 1·454	»
2·174	»	Luft	2·174 × 0·238 = 0·577	»
0.169	»	Wasser	0·169 × 0·470 = 0·080	»
10·867	Kilogr.	Verbrennungs-Producte um 1° C. zu erhöhen, braucht man . .	2·757	W.-E.

Digitized by Google

Da nun die geleistete Wärmemenge bei $^1/_2$ CO_2 und $^1/_2$ C O nur 0·375 Kilogr. × 8080 = 3030 W.-E.
» 0·375 » × 2400 = 900 »
» 0·035 » × 34462 = 1206 »
+ 5136 W.-E.
und ab für 0·17 Wasser — 108 »
5028 W.-E.

beträgt, so ist die Initial-Temperatur $= \frac{5028}{2 \cdot 757} = 1824^0$ C.

gegen 1430 Grad C. bei doppelter Luftmenge.

Man soll also die Anfangs-Temperatur so hoch halten, als es die Qualität des Brennmaterials und dessen vollkommene Verbrennung zuläßt.

Schon aus diesem hier Angeführten ist ersichtlich, daß man sich hüten soll, zu viel Luft zuzuleiten, weil dadurch die Anfangs-Temperatur rapid vermindert wird; dies geschieht durch zu weites Oeffnen des Rauchschiebers, nachlässiges und unregelmäßiges Beschicken des Rostes, seltenes Reinigen desselben, bei zu großer Rostfläche im Vergleiche zur Heizfläche ꝛc.

Aus dem bisher Gesagten geht zur Genüge hervor, wie wichtig die Kenntniß der den Feuerungsanlagen zugeführten Luftmenge ist; kennt man jedoch nicht die Qualität und Quantität der abziehenden Essengase, so fehlt auch folgerichtig jeder Anhaltspunkt zur Beurtheilung der zuzuführenden Luftmenge, die in einem Falle nothwendig ist, um eine möglichst vollkommene Verbrennung zu erzielen.

Nach diesen Darlegungen läßt sich wohl die hohe Bedeutung der chemischen Untersuchung der Essengase nicht mehr verkennen. Es handelt sich nur noch darum, ein Instrument zu besitzen, mittelst welchem Jedermann, auch »der Nicht-Chemiker«, im Stande ist, eine derartige Untersuchung rasch und mit der nöthigen Genauigkeit auszuführen.

Digitized by Google

Der erste Apparat für diesen Zweck wurde vor einigen Jahren vom Ingenieur Orsat in Paris construirt, und hat trotz der verschiedenen Mängel und Unvollkommenheiten, welche demselben anhaften, in Frankreich bereits vielfach Verbreitung gefunden. Diesem Apparate liegt das Princip zugrunde, ein bestimmtes Volumen des zu untersuchenden Gases, welches mit einem Blasebalg oder Luft-Injector angesaugt wurde, in eine Bürette einzuschließen, und von hier aus in Absorptionsröhren zu leiten, wo ein Bestandtheil des Gasgemisches nach dem anderen aufgenommen wird. Nach der Absorption eines jeden einzelnen Gasbestandtheiles wird das restirende Gas in die Bürette zurückgebracht und die Volum-Abnahme bestimmt. Die Leitung des Gases im Apparate, sowie das Einstellen vor und nach der Absorption geschieht durch Heben und Senken einer mit Wasser gefüllten Aspirator-Flasche.

Dieser Orsat'sche Apparat ist sehr voluminös und dabei äußerst gebrechlich, da fast alle Bestandtheile desselben aus Glas construirt sind. Außerdem sind seine Angaben ungenau und verlangt seine Handhabung große Vorsicht und Uebung, da sonst leicht ein Uebersteigen von Wasser oder Absorptions-Flüssigkeit in die Verbindungsröhren stattfindet, wodurch nicht nur die Analyse verdorben, sondern auch eine Reinigung des Apparates nothwendig wird.

Alle diese Uebelstände sind bei dem neuen, von Professor Schwackhöfer construirten, in nachstehender Zeichnung ersichtlichen Apparate beseitigt.

Beschreibung des Apparates. Figur 47 und 48.

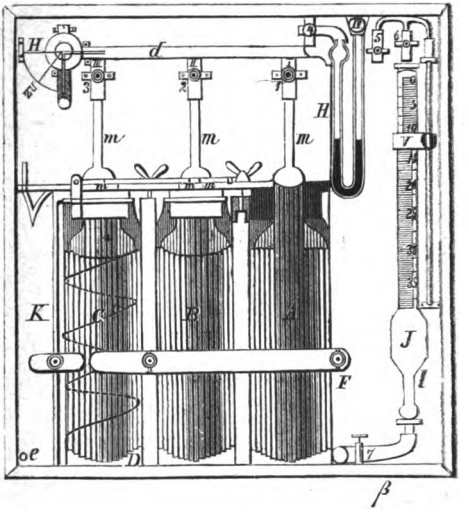
Die wesentlichsten Bestandtheile des Apparates sind folgende:

1. Die drei Absorptions-Gefäße A, B und C. Sie sind aus Glas gefertigt und mittelst Kautschukstöpsel in Flaschen

Digitized by Google

von quadratischem Querschnitte dicht eingepaßt. Der weitere in die Flaschen hineinragende Theil der Gefäße ist behufs Vergrößerung der Flüssigkeits-Oberfläche mit engen Gasröhren gefüllt und seitlich unten mit vier Oeffnungen o versehen für den Aus- und Eintritt der Absorptions-Flüssigkeit. Oben laufen die Gefäße in ein Barometerrohr von enger Bohrung zu, welches mit einer Marke m versehen und durch einen Kautschukschlauch mit dem Zinnrohre R verbunden ist.

Fig. 47.

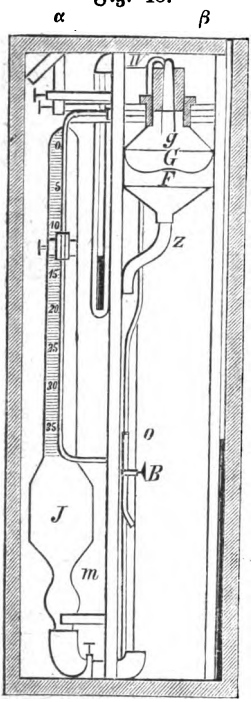


Das Gefäß A dient zur Absorption der Kohlensäure und ist mit circa 30—35percentiger Kalilauge beschickt. B hat den Zweck, den freien Sauerstoff aufzunehmen und ist ebenfalls mit Kalilauge von angegebener Concentration gefüllt, welcher aber per 100 Kubikcentimeter circa 20 bis 25 Gramm Pyrogallussäure zugesetzt sind. In C be-

Digitized by Google

die Füllung aus einer salzsauren Lösung von Kupferchlorür, welche als Absorptionsmittel für Kohlenoxyd dient. Damit diese Lösung immer mit Kupfer gesättigt bleibt, sind außer den Glasröhren auch noch dünne Kupferdrähte in das Gefäß eingesetzt.

Fig. 48.



Die drei Flaschen communiciren durch die Röhren I unter einander und mit dem (in der Zeichnung punktirten) Kautschukballen D; durch Zusammendrücken dieses letzteren können die Absorptions-Flüssigkeiten bis zur Marke m gehoben werden.

2. Die Blechflasche F mit dem Verbindungsrohre R. Letzteres ist aus Zinn gefertigt und am vorderen Ende mit einem rechtwinkelig gebohrten Messinghahne H versehen, dessen Canal verzinnt ist. Das rückwärtige Ende des Zinnrohres R ist nach abwärts gebogen und mittelst einer Holländer-Verschraubung in den Hals einer viereckig geformten und aus Zinkblech hergestellten Flasche dicht eingepaßt (siehe Schnitt $\alpha\,\beta$). Die Mündung des in die Flasche hineinragenden Rohrendes besteht aus einem feinen Schlitz, über welchen eine Blase G aus dünnem Kautschuk aufgezogen ist. Diese Blase dient zur Aufnahme des für die Analyse bestimmten Gases.

Ferner sind an dem Zinnrohre drei nach abwärts gerichtete Ansätze I, II und III mit enger Bohrung an-

Digitized by Google

gebracht, welche die Verbindung mit den Absorptionsgefäßen herstellen, und ebenso ein vierter horizontal stehender Ansatz IV, an dem ein Quecksilber-Manometer M befestigt ist, um den Druck ersehen zu können, unter welchem sich das in dem Zinnrohre und der Blase G eingeschlossene Gas befindet.

3. Die Bürette J. Sie dient zur Messung des Gases durch das aus der Flasche F verdrängte Wasservolumen und steht zu diesem Behufe im unteren Theile durch das Zinnrohr Z mit der besagten Flasche in Verbindung. Das obere Ende der Bürette einerseits mit dem Saug- und Druckballen E und anderseits mit dem Lufteinlaßhahne 5 verbunden. Die Bürette ist von Null bis circa 35 in halbe Grade eingetheilt. Jeder Grad entspricht Einem Volumpercente. Die Eintheilung von Null bis etwa 35 reicht für alle Fälle vollkommen aus, da in einem jeden Rauchgase oder Generatorgase über 65 Volumpercente unabsorbirbares Gas (Stickstoff) enthalten sind.

Um den Wasserstand in der Bürette genau ablesen zu können, ist dieselbe mit einem Visir V versehen.

4. Ein Kühler K. Derselbe hat den Zweck, die angesaugten heißen Gase vor dem Eintritte in den Apparat auf die gewöhnliche Temperatur abzukühlen. Das Kühlgefäß ist aus Zinkblech und das Schlangenrohr aus Zinn gefertigt. Um etwa vorhandene Condensations-Producte zurückzuhalten, ist an der tiefsten Stelle der Kühlschlange eine Erweiterung (Wassersack) angebracht.

Der ganze Apparat ist in einem Kasten mit Schieber eingeschlossen und sind die einzelnen Bestandtheile derart befestigt, daß der Apparat mit Leichtigkeit demontirt und wieder zusammengesetzt werden kann.

Digitized by Google

Durch Abnehmen der beiden Leisten an den Absorptionsgefäßen und durch Lüften der vier großen Messingschrauben, welche durch die Rückwand des Kastens gehen (zwei oben hinter der Bürette und zwei hinter dem Hahne H) kann der ganze Apparat aus dem Kasten herausgehoben werden.

Derselbe ist sehr leicht und bequem zu handhaben und kostet loco Wien 95 fl. ö. W., die Reagentien für eine einmalige Füllung (circa 300 Analysen) sammt den dazu gehörigen Flaschen kosten 8 fl. ö. W.

Die wenigen Handgriffe, welche beim Ansaugen und bei der Analyse der Gase auszuführen sind, bestehen lediglich im Oeffnen und Schließen einiger Schraubquetschhähne und Drücken an einem Kautschukballen und können von Jedermann binnen wenigen Stunden eingeübt werden. Da der Apparat sehr compendiös ist, kann er bequem überall hingeschafft und auch überall ohne besondere Vorkehrungen aufgestellt werden.

Die Arbeit mit dem Apparate geht sehr rasch von statten, so daß eine complete Analyse (Bestimmung von Kohlensäure, Kohlenoxydgas, freiem Sauerstoff, beziehungsweise »überschüssiger Luft« und von Stickstoff) nicht mehr als 15 bis 20 Minuten in Anspruch nimmt. Nach Beendigung der einen Analyse kann der Apparat ohneweiters für die nächstfolgende benützt werden.

Die einzelnen Bestandtheile des Apparates sind zumeist aus Metall, Holz oder Kautschuk hergestellt und die wenigen Glasbestandtheile im Kasten derart situirt und befestigt, daß sie nur durch gewaltsame Eingriffe einen Schaden erleiden können.

Die Menge der einzelnen Gasgemischtheile ist an der Bürette direct in Volumpercenten abzulesen.

Digitized by Google

Die Angaben sind auf $^1/_2$ Percent vollkommen genau; es können aber selbst noch $^1/_4$ Percent mit genügender Schärfe abgelesen werden, da alle Fehlerquellen, welche dem Orsat'schen Apparate in dieser Hinsicht anhaften, wie wir schon früher erwähnten, hier eliminirt sind.

Von der Genauigkeit der Angaben des Apparates kann man sich jeden Augenblick durch eine Sauerstoffbestimmung in der atmosphärischen Luft überzeugen.

Der Apparat ist nicht nur zur Beurtheilung und Controle des Verbrennungs-Processes bei jeder Feuerungsanlage (Kessel- und Pfannenfeuerung, Feuerung bei den Kalk- und Ziegelöfen, Glasschmelzöfen, Spodium-Glühöfen 2c.) verwendbar, sondern auch zur Untersuchung der Generator- und Hohofengase, da auch hier das Verhältniß der Kohlensäure zum Kohlenoxyd schon allein genügenden Aufschluß giebt.

Dieser Apparat wird in zwei Größen angefertigt.

Der Apparat Nr. I. Figur 47, welcher in der Zeichnung der Fig. 48 in $^1/_5$ der natürlichen Größe dargestellt ist, dient zum ständigen Gebrauche in der Fabrik. Eine einmalige Füllung reicht für mehrere hundert Analysen aus.

Der Apparat Nr. II., Figur 48, ist nur circa dreimal so groß wie dessen Abbildung; eine einmalige Füllung desselben ist für etwa 100 Analysen ausreichend. Dieser Apparat empfiehlt sich seiner compendiösen Form wegen vorzugsweise für Ingenieure, um ihn auf Reisen bequem mit sich führen zu können.

Hier ist auch noch Vorkehrung getroffen, daß der Apparat beliebig gewendet werden kann, ohne daß dabei auch nur ein Tropfen von Flüssigkeit verschüttet wird, oder der Apparat sonst irgend welchen Schaden erleidet.

Die in nachstehender Tabelle angeführten Daten zeigen den nachtheiligen Einfluß des Luftüberschusses auf d-

Digitized by Google

Wärme-Effect bei 250, 300 und 350 Grad Essengas-Temperatur.

Kohle von Eingangs erwähnter chemischer Zusammensetzung		Wärmeverlust durch das Abziehen der heißen Essengase, wenn die Verbrennung von 100 Kil. obiger Kohle erfolgt			
		ohne Luftüberschuß	mit einem Luftüberschusse von		
			25 %	50 %	75 %
bei 250° C.	Calorien	84.914	104.640	143.829	261.151
	entsprechend Percent der Kohle . . .	11·9	14·6	20·1	36·5
bei 300° C.	Calorien	98.381	121.955	168.982	310.181
	entsprechend Percent der Kohle . . .	13·7	17·0	23·6	43·3
bei 350° C.	Calorien	111.815	139.488	194.182	358.915
	entsprechend Percent der Kohle . . .	15·6	19·6	27·1	50·1

Diese Tabelle lehrt zunächst, daß der Luftüberschuß bedeutend nachtheiliger auf den Wärmeverlust einwirkt als die Temperatur der abziehenden Essengase.

Der in der zweiten Colonne ausgewiesene Wärmeverlust bei 25percentigem Luftüberschusse kann als Normale für eine gute, bei rationell construirten Feuerungsanlagen erreichbare Verbrennung gelten. Eine vollkommene Verbrennung ohne Luftüberschuß (für welche die in der Colonne 1 angeführten Zahlen gelten) ist in der Praxis unerreichbar und wäre übrigens auch, des zu geringen Zuges und in Folge dessen der zu geringen Lebhaftigkeit des Feuers wegen, unzulässig.

Bei den weitaus meisten Feuerungsanlagen (speciell Dampfkessel-Feuerungen, von welchen bereits eine größere Anzahl von Essengas-Analysen vorliegt) wird aber un-

Digitized by Google

bewußter Weise ein riesiger Luftüberschuß zugeführt, der in der Regel 50 bis 60, mitunter sogar über 75 Percent beträgt. Daß unter solchen Umständen die Ausnützung des Brennstoffes nur eine sehr schlechte sein kann, geht aus den vorcitirten Zahlen deutlich genug hervor.

Noch ungünstiger stellen sich aber die Resultate, wenn trotz bedeutenden Luftüberschusses die Verbrennung dennoch eine unvollkommene ist und Kohlenoxydgas auftritt, ein Fall, der bei Dampfkessel-Feuerungen wiederholt constatirt wurde und in der ungenügenden Mischung der zugeführten Luft mit den Verbrennungsgasen begründet ist.

Nachstehend sind die Resultate einiger Essengas-Analysen zusammengestellt, aus welchen man sich überzeugen kann, mit welch' riesigem Luftüberschusse alle unsere Dampfkessel arbeiten, d. h. mit anderen Worten, mit welch' riesigem Verluste an Brennstoff.

Die mit dem Apparate gewonnenen Resultate (bei gleichzeitiger Messung der Temperatur) geben im Verein mit den berechneten Werthen der Verbrennungs-Producte einen sicheren Anhaltspunkt über die Güte der Kesselanlage.

Da man aber diese Gas-Analyse an jeder beliebigen Stelle der Rauchcanäle vornehmen, da man ferner die an der betreffenden Stelle herrschende Temperatur berechnen kann, so geben diese Resultate vereinigt wieder die Möglichkeit, an den betreffenden Stellen die Gas-Volumina zu finden, welche wieder weiter den zweckmäßigsten Zugquerschnitt bestimmen lassen.

Umgekehrt kann man die an den verschiedenen Stellen herrschende Geschwindigkeit der Verbrennungs-Producte beurtheilen, d. h. beurtheilen, ob die bezüglichen Canal-Querschnitte richtig gewählt sind.

Digitized by Google

Ort der Aufstellung des Dampfkessels			In 100 Kubikmetern Essengas befinden sich Kubikcentimeter			
			CO_2	O	CO	N
k. k. Hofoper		direct nach Beschickung des Rostes	11·0	8·5	—	80·5
		5 Minuten nach Beschickung	12·7	7·4	—	79·9
L. Sommer & C.		mit Ostrauer Kohle direct nach Beschickung . . .	4·25	15·25	1·0	79·5
		mit Pilsener Kohle direct nach Beschickung . . .	4·0	15·0	1·5	79·5
Garg's Sohn & C.	Schieber ganz offen	direct nach Beschickung . .	6·5	10·25	2·25	81·0
		5 Minuten nach Beschickung	2·75	16·5	1·25	79·75
		15 „ „ „	2·5	18·0	—	79·5
	Schieber halb offen	direct nach Beschickung . .	10·5	8·5	1·0	79·5
		15 Min. nach Beschickung	2·5	18·0	—	79·75
		25 „ „ „	1·5	19·0	—	79·75
Concordia-Mühle		direct nach Beschickung . .	9·0	10·25	1·25	79·5
		5 Min. nach Beschickung .	6·25	13·75	—	79·75
		10 „ „ „ .	4·0	15·5	—	80·5
Papierfabrik Schlöglmühl		direct nach Beschickung . .	12·5	7·0	—	80·5
		10 Min. nach Beschickung	3·2	16·8	—	80·0
Wagemann & Seybel	Bouilleur-Kessel	1 Min. nach Beschickung .	7·5	11·5	—	81·0
		25 „ „ „ .	2·0	18·8	—	79·2
	Cornwall-Kessel	3 Min. nach Beschickung .	15·0	4·8	—	80·2
Braupfanne in der Liesinger Brauerei		direct nach Beschickung . .	12·0	0·3	6·5	80·5

Dieses letztere Beispiel möge blos constatiren, wie bei Luftmangel alsogleich CO auftritt.

Die Entnahme der Gase geschah bei der Einmündung des letzten Rauchzuges in den Schornstein.

Digitized by Google

Es ereignet sich nicht selten, daß der bestehende Schornstein für die Kesselanlage viel zu klein ist, daß er also nicht im Stande ist, die zur möglichst vollkommenen Verbrennung nothwendige Luft anzusaugen, weil er die verschiedenen Widerstände, Reibungen, Contractionen der Gase nicht überwinden kann. Die Folge davon ist nicht nur ein nutzloses Verbrennen der Kohle, sondern auch ein Verbrennen der Roste, Kessel, Mauerwerk 2c.

Das Ansaugen von zu viel Luft läßt sich leichter hintanhalten; in vielen Fällen erreicht man schon eine bedeutend bessere Verbrennung, wenn der Rauchschieber mehr geschlossen, wenn ein richtiges Verhältniß zwischen Rost und Heizfläche geschaffen wird.

Sobald eine größere Anzahl Essengas-Analysen gemacht sind, wird sich bald ein klares Bild über die an unseren Feuerungsanlagen durchzuführenden Reformen bieten.

Gestützt auf diese Analysen, wird man gewiß nicht so groben Fehlern begegnen, die heutzutage noch unseren Kesselanlagen der Mehrzahl nach anhaften. Insbesondere soll dieser Fortschritt in der Beurtheilung der Güte unserer Kesselanlagen von den Industriellen freudig begrüßt werden, da sie dadurch in der Lage sind, den wichtigsten Consum-Artikel in ihren Fabriken, die Kohle, auf einen Minimalverbrauch zu reduciren.

Indem wir zur Bestimmung des Heizeffectes auf Seite 367 verweisen, haben wir dem dort Gesagten hier nur noch Einiges nachzutragen.

Der theoretischen wie der praktischen Wärme-Effectbestimmung liegt gegenwärtig meistens die Dulong'sche Formel zugrunde, welcher wiederum eine Elementaranalyse des betreffenden Brennmaterials vorausgehen muß.

Digitized by Google

Der theoretische Heizeffect beträgt nach dieser Formel in Calorien:

$$0{\cdot}01\,[8080\ C + \left(H - \frac{0}{8}\right) 34.462] - 6{\cdot}4\ H_2O$$

in Anbetracht der, bei praktischer Verwendung durch Ausstrahlung, Entweichen heißer Rauchgase (in welchen auch der Stickstoff der zur Verbrennung nöthigen Luft, sowie der Ueberschuß der letzteren inbegriffen sind) und durch unvollkommene Verbrennung bedingten Wärmeverluste wird bei Berechnung des praktischen Heizeffectes nur $^2/_3$ der angeführten Anzahl von Calorien angesetzt, in Kilogramm des verdampften Wassers ausgedrückt, wird die Formel

$$^2/_3 \cdot \frac{0{\cdot}01\,[8080\,C - \left(H - \frac{0}{8}\right) 34.462] - 6{\cdot}4\ H_2O}{640 - t}$$

benützt, wobei t die Temperatur des Speisewassers bedeutet.

Die Erfahrung lehrt nun, daß weder die calorimetrische Heizeffectbestimmung mit dem nach der Dulong'schen Formel berechneten theoretischen Heizeffecte, noch seltener aber der erzielte praktische Heizeffect mit dem berechneten in Einklang zu bringen sind. Es rührt dies in erster Linie davon her, daß einerseits die Resultate der wissenschaftlichen Untersuchungen nicht vollinhaltlich verwerthet, sondern nur einzelne Zahlen herausgegriffen werden, welche dann nothgedrungen eine schlechte Grundlage der Berechnung liefern, andererseits aber manche Erscheinung der Praxis der theoretischen Lösung harrt.

Auf dem Gesetze, daß die Wärmemenge, die ein zusammengesetzter Körper bei seiner Verbrennung liefert, gleich ist der Summe der Wärmemengen, die bei vollständiger Verbrennung seiner Bestandtheile resultiren, fußt eben die Dulong'sche Formel. Dieses Gesetz und mithin auch

Digitized by Google

letztere Formel ist von der Wissenschaft längst als unrichtig verworfen, und doch figurirt sie nahezu bei sämmtlichen Berechnungen, welche den theoretischen Heizeffect zum Ziele haben; sehen wir jedoch von der gegenseitigen Bindung der Bestandtheile der Brennmaterialien und der hierdurch bedingten Aenderung des Heizeffectes ab und beachten nur die Anzahl Calorien, die bei Verbrennung der Elemente an und für sich resultiren, so begegnen wir gleich hier verschiedenen Ansichten über die Größe derselben.

Favre und Silbermann zeigten, daß bei directer Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlensäure, selbst in reinem Sauerstoffgase niemals die 8080 Calorien, resultiren, denn stets werden kleine Mengen Kohlenoxyd erhalten, welche auf Kohlensäure calorimetrisch umgerechnet, erst die Zahl 8080 ergaben, nach dem Vorgehen Bolley's werden daher sämmtliche calorimetrische Zahlen nach unten zu abgerundet und so für Kohlenstoff 8000 statt 8080 und für Wasserstoff 34.000 statt 34.462 Calorien angesetzt, was auch meistens bei praktischen Berechnungen eingehalten wird. Die von Favre, Silbermann, wie auch von Regnault, Berthelot u. A. gemachten Versuche zeigen, daß die Zahl 8080 nur für den aus der Holzkohle extrahirten Kohlenstoff Giltigkeit hat, und daß bei Brennmaterialien anderer Constitution der absolute Wärme-Effect um so größer wird, je geringer die Dichtigkeit derselben ist. So z. B. giebt:

	Wärme-Einheiten
Holzkohle	8080
Kohlenstoff aus Gasretorten .	8047
Natürlicher Graphit	7797
Diamant	7770

Scheurer-Kestner und Meunier veröffentlichten eine Reihe von Untersuchungen über Wärme-Effecte, aus

Digitized by Google

denen hervorgeht, daß der wirkliche Heizeffect der untersuchten Brennmaterialien in der Regel wesentlich höher ist, als der nach der Dulong'schen Formel, ja sogar höher, als der nach der Formel 0·01 (8080 C — 34.462 H) berechnete ist.

Nach der Ansicht des Professors Gruner rührt diese scheinbare Anomalie nur davon her, daß man für C 8080 Wärme-Effect setzt, während man eine der Zahl 11.214, welche den theoretischen Wärme-Effect des vergasten Kohlenstoffes repräsentirt, näher kommende Zahl nehmen muß. Gruner glaubt, es sei richtiger, für den Kohlenstoff der Steinkohlen 9000 Calorien anzusetzen, da derselbe nicht so dicht ist wie der aus der Holzkohle extrahirte, andererseits aber für den Wasserstoff nur 30.000 Wärme-Effect zu setzen, da der in der Kohle befindliche jedenfalls condensirter sein müsse als der gasförmige Wasserstoff, dem die calorimetrische Zahl 34.462 zukommt; doch findet er, daß selbst bei Acceptirung seiner Zahlen die berechneten Wärmemengen mit den wirklichen nicht in Uebereinstimmung zu bringen sind.

Wir können demnach, selbst wenn wir die Dulong'sche Formel im Principe als richtig annehmen, die Heizeffecte der Brennmaterialien nicht genau bestimmen, da uns die genaue Kenntniß der den Elementen der betreffenden Brennmaterialien zukommenden Calorienanzahl abgeht.

Doch auch im Principe wurde die Dulong'sche Formel längst als unrichtig anerkannt, denn wir haben es in der Kohle keineswegs mit einzelnen Elementen, sondern mit Verbindungen, deren Natur mitunter noch gar nicht festgestellt ist, zu thun; es ist klar, daß beim Verbrennen einer stark wasserstoffhältigen Kohle Kohlenstoff und Wasserstoff sich nicht von einander trennen und jeder für sich verbrennt, sondern daß sich Kohlenwasserstoffe bilden, deren Heiz-

Digitized by Google

effect im Allgemeinen geringer ist, als die Summe der Heizeffecte der Bestandtheile für sich; so z. B. erzeugt das Grubengas CH_4 beim Verbrennen zu Kohlensäure und Wasser 13.063 Calorien, während nach der Dulong'schen Formel 14.681 Calorien resultiren, ein Unterschied, der 10·3 Percent des Heizeffectes gleichkommt.

Wir finden aber auch, daß bei gleicher qualitativer und quantitativer Zusammensetzung die erzielten Heizeffecte nicht nur verschieden von den nach der Dulong'schen Formel berechneten sind, sondern auch untereinander abweichen; so z. B. stehen nach Favre und Silbermann nachstehenden Kohlenwasserstoffen, die eine polymere Reihe bilden, folgende Wärmemengen zu:

	Wärme-Einheiten
$C_2 H_4$ (ölbildendes Gas)	11.858
$C_5 H_{10}$ (Amylen)	11.491
$C_{10} H_{20}$ (Paramylen)	11.303
$C_{11} H_{22}$ (ein Kohlenwasserstoff) . .	11.262
$C_{16} H_{32}$ (Ceten)	11.118
$C_{20} H_{40}$ (Metamylen)	10.928

Nach der Dulong'schen Formel berechnet, erhalten wir durchwegs 11.850 Wärme-Einheiten. Bei jedem neuen Hinzutreten eines Moleküls CH_2 finden wir, daß die Verbrennungswärme per Gewichtseinheit der Verbindung um 37·48 Wärme-Einheiten geringer wird.

Mit der zunehmenden Condensation der Gewichtstheile tritt also eine constante Abnahme des Wärme-Effectes ein.

Ein ähnliches Verhältniß findet auch bei ternären Verbindungen statt.

Wir wissen mit ziemlicher Sicherheit, daß derjenige Wasserstoff, welcher nach der Berechnung $\left(H - \frac{0}{8}\right)$ der

Digitized by Google

Analyse restirt, in Form von schwerflüchtigen Kohlenwasserstoffen vorhanden ist, so zwar, daß z. B. bei Braunkohlen nur ein unverhältnißmäßig geringer Theil auf wirklich anwesenden Kohlenstoff entfällt.

Greifen wir einen der Stoffe heraus, dessen Anwesenheit in Braun- und Steinkohlen constatirt ist, nämlich das Anthracen und Phenantren $C_{14} H_{10}$, und vergleichen das Verhältniß des Kohlenstoffes zum Wasserstoff mit dem Verhältniß dieser beiden Elemente in einer Braunkohle.

Beim Anthracen entfallen auf 7·2 Percent C 1 Percent H.

Braunkohle von Teplitz enthält nach der Analyse:

27·01	Percent	$H_2 O$
48·83	»	C
4·71	»	H
8·27	»	Asche
1·38	»	S
9·48	»	O
0·32	»	N
Summe 100·00	Percent.	

Es resultiren demnach an sogenanntem freien

$$H H - \frac{0}{8} = 3{\cdot}51 \text{ Percent}$$

auf 48·83 Percent C oder auf 13·90 Percent C 1 Percent H; das Verhältniß von C zu H ist also in der Braunkohle kaum doppelt so groß als des in der Kohle vorkommenden Phenantrens. Die Kohlen sind ein Gemisch von leichten und schweren Kohlenwasserstoffen, welche beim Erhitzen in Kohlenstoff und leichtere Kohlenwasserstoffe zerfallen, unter Umständen kann etwas Theer (schwere Kohlenwasserstoffe) überdestilliren; heizt man eine wasserstoffreiche Kohle plötzlich

Digitized by Google

stark an, so ist die Zersetzung eine sehr tiefgehende, wie man dies in jeder Gasfabrik beobachten kann; es beschlagen sich die oberen Partien der Retorte mit glänzenden graphitähnlichen Kohlenwasserstoffen, während die Menge Theer in diesem Falle gering ausfällt.

Ein ähnlicher Fall einer tiefgreifenden Zersetzung bei rascher Erhitzung tritt auch beim Verbrennen der Kohle auf dem Roste einer Dampfkessel-Feuerung ein, nur mit dem Unterschied, daß die leichteren Kohlenwasserstoffe verbrennen und der ausgeschiedene Kohlenstoff größtentheils mit den Rauchgasen entweicht; es werden, je nachdem die Verbrennung lebhaft oder langsam vor sich geht, die Wärme-Effecte auch verschieden ausfallen. Wir sehen also, daß die Verbrennung der Brennmaterialien keineswegs in der Weise, wie sie die Dulong'sche Formel voraussetzt, vor sich geht, sondern daß theils in der Kohle vorhandene, theils erst bei der Verbrennung entstehende Verbindungen, deren Natur sich auch mit dem schnelleren oder langsameren Gange der Verbrennung ändern kann, dem Verbrennungs-Processe ausgesetzt sind.

Die von Scheurer-Kestner und Meunier behufs Heizeffect-Bestimmung untersuchten Steinkohlen von Creuzot und Ronchamps, welche eine fast vollständig gleiche Zusammensetzung haben, weisen, obwohl ihnen nach der Dulong'schen Formel gleich große Heizeffecte zukommen, in ihren wirklichen Wärme-Effecten die nicht unwesentliche Differenz von 545 Wärme-Einheiten untereinander auf. Die letztere Kohle liefert demnach, trotzdem sie mit der ersteren die gleiche Zusammensetzung hat, einen um circa 6 Percent geringeren Wärme-Effect.

Nebenbei sei hier erwähnt, daß der in der Kohle vorhandene N (wobei wir annehmen wollen, daß er sich beim

Digitized by Google

Verbrennen der Kohle mit H zu Ammoniak bindet, wie dies auch bei der Destillation der Kohlen geschieht) nur eine geringe Aenderung im Heizeffecte hervorbringen kann, denn ohne Berücksichtigung desselben, ergiebt die oben mitgetheilte Analyse der Braunkohle von Teplitz (der N wie gewöhnlich zum O zugezählt) 4973 Wärme-Einheiten, bei Berücksichtigung des N nach der Formel

$$0{\cdot}01\,[8080\,C + \{H - (\tfrac{0}{8} + \tfrac{3\,N}{14})\}\,34.462] - 6{\cdot}4\,H_2O$$

erhalten wir 4963 Wärme-Einheiten.

Von einer Reihe anderer Heizeffect-Bestimmungen, die nur den C des Brennmaterials beachten und demnach ebenfalls auf einer falschen Grundlage beruhen, sei hier gänzlich abgesehen.

An dieser Stelle sei eine irrige Auffassung bezüglich der Summe der Wärme-Effecte, die beim Verbrennen des C zu CO und des letzteren zu CO_2 entstehen, berichtigt, der wir so häufig selbst bei öffentlichen Vorträgen begegnen.

1 Kgr. C zu CO verbrannt, entwickelt nämlich 2473 W.-E.
1 » CO » CO_2 » » » 2403 »

Nun wird so häufig hieraus gefolgert, daß bei dieser indirecten Verbrennung von 1 Kilogramm C zu CO_2 an Wärme-Effect nur die Summe dieser beiden Wärme-Einheiten, also 4876 Wärme-Einheiten erzielt werden, und nicht darauf Bedacht genommen, daß beim Verbrennen von 1 Kilogramm C zu CO $2^1/_3$ Kilogramm des letzteren entstehen, da ja nach dem Aequivalentgewichte 6 Gewichtstheile C 8 Gewichtstheile O binden, mithin 6 Gewichtstheile C 14 Gewichtstheile CO oder 1 Gewichtstheil C $2^1/_3$ Gewichtstheil CO liefert, diese $2^1/_3$ Gewichtstheile (hier Kilogramm) CO entwickeln aber $2403 \times 2^1/_3 = 5607$ Wärme-Einheiten, mithin

Digitized by Google

werden in Summa bei dieser indirecten Verbrennung 2473 + 5607 = 8080 Wärme-Einheiten resultiren, also eben so viel wie bei der directen Ueberführung von C zu CO_2, von der wir übrigens nicht wissen können, ob hierbei nicht CO als Zwischenproduct der Verbrennung auftritt; es widerlegt sich auch hierdurch die eben so häufige als irrige Folgerung auf eine ungünstige Ausbeute der Wärme bei Generator-Feuerungen, bei denen ebenso das gebildete CO erst im weiteren Verlaufe zu CO_2 verbrannt wird.

Günstigere Resultate als die auf Grund der Elementar-Analyse gefolgerten Heizeffect-Bestimmungen, weist die Immediat-Analyse (Bestimmung der Coaksmenge, die eine Kohle bei ihrer trockenen Destillation liefert) auf; die Reihe von Untersuchungen, die Scheurer-Kestner und Meunier in dieser Hinsicht veröffentlichten und auf Grund deren auch Professor Gruner seine Eintheilung vornimmt, geben ziemlich befriedigende Resultate; indessen treten auch hier Anomalien auf; so z. B. liefern die Kohlen von Louisenthal, die 59 Percent Coaks geben, 8215 Wärme-Einheiten, während die von Friedrichsthal, welche 58·5 Percent Coaks liefern, 8457 Wärme-Einheiten als factischen Heizeffect aufweisen. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß im Allgemeinen der Wärme-Effect auch nicht in demselben Verhältnisse mit der Coaksmenge zunimmt, es kann also auch die Immediat-Analyse nur zur annähernden Bestimmung des Wärme-Effectes führen, obgleich sie ungleich bessere Resultate als die früher genannten Methoden liefert. Zu einer sicheren theoretischen Wärme-Effectbestimmung kann jedoch nach dem heutigen Stande der Untersuchungen nur eine directe calorimetrische Bestimmung des jeweiligen Brennmaterials führen, eine Untersuchungsart, die allerdings in Folge der kostspieligen und complicirten Calorimeter nicht Jedem zugänglich ist und

Digitized by Google

nur mit besonderem Zeitaufwande und großer Aufmerksamkeit und Gewissenhaftigkeit zu einem günstigen Resultate führt.*) Natürlich variiren in Folge der unrichtigen Angaben des theoretischen Wärme-Effectes die erzielten praktischen Wärme-Effecte noch mehr von den berechneten, denn die Wärmeverluste, die sich in der Praxis ergeben, sind ebenfalls von einander sehr abweichend.

Bei Berechnung des praktischen Heizeffectes der Kohle finden wir, und zwar mit Recht, den mechanisch mitgerissenen Kohlenstoff nicht berücksichtigt, der als Ruß theils in den Schornsteinen, theils in der die letzteren umgebenden Atmosphäre schwebend vorgefunden wird; daß dessen Menge jedoch nicht bedeutend ist, wird folgender Versuch klar stellen.

Der auf einer Fläche von $22^1/_2$ Quadratdecimetern im Freien durch mehrere Tage gesammelte Ruß hatte im Durchschnitt per 24 Stunden ein Gewicht von 0·0072 Gramm;**) per Quadratkilometer und 24 Stunden macht dies rund 32 Kilogramm; nehmen wir an, die bewohnte Fläche Prags und der Vororte betrüge 56 Quadratkilometer, so schweben daselbst per Tag 18 Metercentner Ruß in der Atmosphäre, was in einem Jahre 6570 Metercentnern gleichkommt.

In Prag und Vororten werden in einem Jahre in runden Zahlen verbraucht:

---

*) Die Beschreibung der calorimetrischen Bestimmung der Brennstoffe haben wir Seite 183 angegeben.

**) Der Ruß wurde sorgfältig gesammelt, mit Salzsäure und Alkohol gewaschen, getrocknet, gewogen und von diesem Gewichte noch das Gewicht der Asche abgezogen.

Digitized by Google

	Millionen Meter.-C.
Buschtěhrader Kohle	3·0
Pilsener »	0·9
Braunkohle	1·0
Waldenburger (schles.) Kohle schätzungsweise .	1·0
Summe	5·9

Der in Folge des in der Atmosphäre schwebenden Rußes bedingte Verlust an Brennmaterial beträgt also nach diesem Versuche, der naturgemäß auf Genauigkeit nicht Anspruch machen kann, 0·11 Percent, eine Zahl, die einen nur sehr untergeordneten Einfluß auf den praktischen Wärme-Effect der verwendeten Brennmaterialien ausübt.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Vorwort XV

Erster Abschnitt.

Die Briquette-Industrie.

I. Einleitung 1

Entstehung der Briquette. Vergleichende Brennversuche. Das Steinkohlenpech und der Magnesia-Cement in der Briquette-Industrie 1

II. Historisches 8

Die Briquette-Industrie in den verschiedenen Ländern Europas 8

III. Entwickelung und Productionsfähigkeit der Briquette-Fabrikation 11

IV. Allgemeine Idee der Fabrikation, Eigenschaften guter Steinkohlen-Briquettes 14

V. Das Rohmaterial zur Briquette-Fabrikation 19

VI. Die Aufbereitung der Steinkohlen 23

VII. Die Bindemittel im Allgemeinen 27

VIII. Die Briquette-Fabrikation ohne Bindemittel . . . 32

Adhäsion, luftverdünnter Raum 32. — Erwärmung und Erweichung 33. — Erhitzung in geschlossenen Formen 34.

IX. Die Briquette-Fabrikation mit Bindemittel 34

A. Organische Bindemittel 35

Der Steinkohlentheer 35. — Das Weichpech 37. — Das Hartpech 41. — Dextrin, Stärkegummi 41. — Stärkekleister 42. — Stärke 42. — Kartoffelmehl 42. — Carraghen-Moos 43. — Pflanzeneiweiß, Kleber, Pflanzenleim, Oelkuchen 43. — Thiereiweiß, Albumin 44. — Seetang 44. — Cellulose 44. — Andere organische Bindemittel: arabisches Gummi, Harz-, Pflanzen- und Thieröle, natürlicher Asphalt oder Jud[illegible], Marineleim 45. — Die Gewinnung des

Digitized by Google

Seite

Hartpeches und die Fabrikation der Briquettes mit Hartpech 45. — Cokerei mit Theergewinnung 45.

B. Unorganische Bindemittel 53
Letten 53. — Thonerdehydrat 53. — Alaun, Alaunschiefer, gebrannter Kalk 53. — Wasserglas, Kieselfeuchtigkeit 54. — Andere unorganische Bindemittel: Kalkwasser, Salmiak, Kupfervitriol 54. — Magnesia-Cement 55. — Die Briquette-Fabrikation mit Magnesia-Cement 58. — Das Mengen mit dem Bindemittel 58. — Das Pressen der Masse zu Briquettes 59. — Das Erhärten und Trocknen 59. — Eigenschaften der mit Magnesia-Cement fabricirten Briquettes 60. — Combinirtes Verfahren 62.

X. Die Meng-Apparate 63
Kalte Mengung 64. — Heiße Mengung 64. — Directe Feuerung 65. — Heiße Luft 66. — Ueberhitzter Dampf 66.

XI. Die Preßmaschinen im Allgemeinen (mit Figuren 1 bis 6) 68

A. Die Tangentialpressen, Formräder 71
Milch-Presse 71. — Fischer-Presse 71. — David-Presse 72. — Charlot-Presse 72.

B. Die Stempelpressen 73
Presse der Société nouvelle des Forges et Chantières de la Méditerannée 73. — E. Couillard'sche Presse 81. — Gebrüder Boulet'sche Presse 81. — Marsais-Presse 82. — Revolier-Presse 82. — Poplin-Ducarre-Presse 82. — Pressen von Morcau und David 82. — Middleton-Presse 82. — Boussioulx-Presse 88. — Revolier-Presse mit rotirendem Formtische 88.

C. Die continuirlichen Pressen 89
Bessemer-Presse 89. — Morcau-Devinck-Presse 89. — Evrard-Presse 89. — Evrard-Bouriez-Presse 94. — Evrard-Dehaynin-Presse 94.

D. Darstellung hohler Briquettes 95
David-Presse 95. — Bouriez-Presse 98.

XII. Die Fabrikationskosten 100
Mit Weichpech 100. — Mit Hartpech 100. — Mit Magnesia-Cement 101.

Digitized by Google

Seite

XIII. Anwendung der Briquettes im Hüttenwesen . . . 101

Die Fabrikation der Briquettes aus Coaksgrus und deren Anwendung bei den Hohöfen 101

Die Flammofen-Feuerung unter Anwendung von Briquettes 106

XIV. Einrichtung und Lage der Fabriken 107

XV. Briquette-Fabrikation in Oesterreich und Deutschland (mit Figuren 7 bis 13) 108

Eine österreichische Briquette-Fabrik 108

Eine deutsche Braunkohlen-Briquette-Fabrik 118

Das Sortiren der Kohle 120. — Das Trocknen der Kohle 122. — Das Pressen der Briquettes 125.

Zweiter Abschnitt.

Die Brennmaterialien.

I. Der Verbrennungs-Proceß 126

II. Das Holz 129

III. Der Torf 140

IV. Fossile Brennstoffe im Allgemeinen 145

Braunkohlen 146

V. Steinkohle 151

VI. Anthracit 161

Anhang: Heizwerthe mehrerer in- und ausländischer Braun- und Steinkohlen 163

VII. Verkohlte Brennstoffe 176

Gepreßte künstliche Brennstoffe. Kohlensteine. Briquettes . . 180

VIII. Bestimmung der Heizkraft der Brennmaterialien (mit Figuren 14 bis 20) 180

Bestimmung des factischen Heizeffectes, calorimetrische Bestimmung 183. — Verfahren zur Feststellung der Wärme-Einheiten der Brennmaterialien 186. — Bestimmung des theoretischen (absoluten) Heizeffectes durch die Elementar-Analyse 192. — Bestimmung des Sauerstoffes 198. — Bestimmung des Stickstoffes 198. — Bestimmung des Schwefels 200.

Digitized by Google

Seite

IX. Factoren, von welchen die bei der Verbrennung eines Körpers auftretende Wärmemenge abhängig ist 203

Die durch die Verbrennung der Heizkörper herbeigeführten Temperaturen 204

X. Die wirkliche Leistungsfähigkeit der Brennstoffe bei praktischen Feuerungsanlagen 208

XI. Schlußbemerkung zu den Brennmaterialien (m. Fig. 21) 216

Brennbarkeit und Entzündlichkeit der Brennstoffe. — Die Art der Verbrennung im Hohofen. — Ueber die Ausführung von Heizversuchen im Dampfkesselbetriebe. — Geschichte der Heizversuche. — Bestimmung des verdampften Wassers und des Wassergehaltes des Dampfes. — Bestimmung der Brennstoffmenge. — Unvollkommene Verbrennung. — Wärmeverlust durch die festen Verbrennungsrückstände und durch die Rauchgase. — Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung.

Dritter Abschnitt.

Die Feuerungsanlagen.

I. Allgemeine Idee bei Feuerungsanlagen 257

II. Der Rost (mit Figuren 22 bis 30) 280

1. Einfacher gerader Rost 281. — 2. Der Champagne-Rost 281. — 3. Querstab-Rost 282. — 4. Der Moerth'sche Rost 283. — 5. Der amerikanische Rost 284. — 6. Doppelrost 285. — 7. Der Treppenrost 286. — 8. Der Langen'sche Etagenrost 286. — 9. Der Klarkohlenrost 287. — 10. Der Planrost 289. — 11. Wasserrohr-Roststäbe 289. — 12. Der bewegliche Rost 291.

III. Schornstein, Register, Klappenschieber, der Fuchs, Feuerthüren, Aschenfall (mit Figuren 31 bis 33) 292

Schornstein 292. — Register 298. — Klappenschieber 299. Der Fuchs 300. — Feuerthüren 301. — Aschenfall 302.

IV. Die Dampfkessel und deren Einmauerung (mit Figuren 34 bis 44) 303

Kesselformen 304. — Heizfläche 304. — Freie Rostfläche 306. — Leistungsfähigkeit der Dampfkessel in Pferdekräften,

Digitized by Google

Seite

Feuerzüge, Feuerbrücke, Züge, vollkommenes Verbrennen 307. — Form der Züge 308. — Führung der Züge 310. — Einmauerung eines Kessels mit zwei Feuerröhren 314. — Dampfkessel-Einmauerung mit Treppenrost 317. — Theilbarer Siederohrkessel mit Gegenstromprincip 322. — Belleville's unexplodirbarer Dampferzeuger 325.

V. Die Gasgeneratoren (mit Figuren 45 und 46) 340
Apparat von Perutz 342. — Die Haupt'sche Gasgenerator-Feuerung in ihrer Anwendung auf Dampfkessel 346. — Schäfer's Gasgenerator 351.

VI. Rauchverzehrende Feuerungen 355
Einleitung 355. — Apparat von Ballek 357. — Rauchverzehrende Feuerungen von Ringhoffer 358. — Wagemann's Rauchverbrennung 359. — Mechanische Distributoren von Jukes und Hazeldine 359. — Apparat von Gray 359. — Ofen zur rauchlosen Feuerung von Dr. H. Schwarz 359. — Dr. Gall's rauchlose Feuerung 360. — Scott's Apparat 360. — Grard's Apparat 360. — Der Parker'sche Apparat 360. — Apparat von Bayliß 361. — Stefan's Braunkohlen-Feuerung mit Rauchverbrennung 361. — Die rauchverzehrenden Dampfkesselöfen des Ingenieur George 361. — Vogl's rauchverzehrender Rost für Braunkohlenklein 361. — Der Apparat von Chapman 361. — Feuerungsanlage von Johnson 361. — Rauchverzehrender Apparat von Prideaux 362. — Die Feuerung mit Doppelrost von Hall, Fairbairn und Buzonnière 363. — Rauchverzehrende Feuerung von Professor Meißner 364. — Rauchverzehrender Apparat von George 364. — Der Apparat von Darcet 365. — Der von Dr. Arndt verbesserte Cutler'sche, sowie der Apparat von Dumery 365.

VII. Die Essengas-Analyse und die Heizeffect-Bestimmung nach den neuesten Anschauungen der Wissenschaft (mit Figuren 47 und 48) 365

Digitized by Google

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die Wunder
der
Physik und Chemie
für Leser aller Stände
gemeinfaßlich bearbeitet von
Ferdinand Siegmund.
Mit 400 Illustrationen.

60 Bogen. Gr.-8. Eleg. geh. 6 fl. ö. W. — 10 M. 80 Pf.
In Original-Prachtband 7 fl. 20 kr. ö. W. — 13 Mark.

In einer Zeit, wo die gesammten Naturwissenschaften sich die Welt erobert haben und der Fortschritt auf allen Gebieten derselben geradezu ein riesiger genannt werden muß, kann man das Erscheinen eines Werkes, welches die „Wunder der Physik und Chemie" gemeinfaßlich darstellt, nur mit lebhaftem Willkommen begrüßen. Das vorliegende Werk ist nicht bestimmt, als physikalisches oder chemisches Handbuch dem Fachmanne zu dienen, es verfolgt einen anderen Zweck, nämlich dem Bedürfniß der allgemeinen Bildung in diesen beiden Wissenschaften, welche auf Künste und Gewerbe, auf das tägliche Leben überhaupt einen so großen Einfluß ausüben, zu dienen. Verfasser vertritt den Standpunkt, den riesigen Stoff in eine knappe Form zu bringen, und Alles, was nur für den exacten Fachmann specielles Interesse hat, sorgfältig auszuscheiden. Er vermied es mit Geschick, die Naturgesetze überall mathematisch zu entwickeln, wie dies z. B. in physikalischen Lehrbüchern gebräuchlich ist, weil viele der Leser, die keinen höheren mathematischen Unterricht genossen haben, die oft complicirten Folgerungen nicht verstanden hätten. Ein Schwergewicht ist vielmehr darauf gelegt, die physikalischen und chemischen Gesetze eingehend zu erörtern und sie dem Verständnisse des Laien näher zu bringen. Wo es nothwendig erscheint, sind die Apparate beschrieben und die Experimente erklärt; doch ist auch hier der Grundsatz festgehalten, daß ein Uebermaß nur schaden und den Leser verwirren kann, ohne ihm einen wesentlichen Nutzen zu bringen. In dem Abschnitte über Chemie ist Verfasser darauf bedacht, den Leser mit dem Standpunkte der modernen Chemie, einer Wissenschaft, die einen ungeahnten Aufschwung nimmt, bekannt zu machen. Wir erwähnen noch, daß die Verlagshandlung für zahlreiche treffliche Illustrationen gesorgt hat, wodurch das Verständniß des Ganzen wesentlich erleichtert wird, und die Ausstattung des Buches überhaupt eine glänzende ist. Möge somit dieses Werk den angestrebten Zweck, belehrend und anregend zu wirken, auch wirklich erreichen und in allen Kreisen, welche Sinn für die Kenntniß der Natur haben, eine freundliche Aufnahme finden.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Das Holz
und seine Destillations-Producte.

Ueber die Abstammung und das Vorkommen der verschiedenen Hölzer. Ueber Holz, Holzschleifstoff, Holzcellulose, Holzimprägnirung und Holzconservirung, Meiler- und Retorten-Verkohlung, Holzessig und seine technische Verarbeitung, Holztheer und seine Destillationsproducte, Holztheerpech und Holzkohlen

nebst einem Anhange:

Ueber Gaserzeugung aus Holz.

Nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bearbeitet

von

Dr. Georg Thenius

technischer Chemiker.

Mit 32 Abbildungen. 24 Bogen. 8. Elegant geheftet. Preis 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

Das vorliegende Werk ist eine sehr zeitgemäße Erscheinung und wirkliches Bedürfniß in der Literatur, indem gegenwärtig das Holz durch seine vielfache Verarbeitung eine nicht zu unterschätzende Wichtigkeit erlangt hat. Der Verfasser hat das Buch ganz zweckmäßig in drei Abschnitte gebracht. Der erste Abschnitt behandelt den botanischen Theil mit einer Einleitung: Ueber die Waldungen im Allgemeinen; Vermehrung der Bäume durch Samen, Aussäen, Vorkeimen, Entwicklung und Pflege der jungen Pflanzen, Anpflanzung und Wachsthum der Hölzer und Pflege der Waldungen, dann Beschreibung der einzelnen wichtigeren Holzarten, durch Abbildungen erläutert. Der zweite Abschnitt ist der chemisch-technische: Ueber das Holz im Allgemeinen. Es werden darin das specifische Gewicht, der Wasser- und Aschengehalt, sowie die Heizkraft und Elementar-Zusammensetzung der verschiedenen Holzarten; ferner Cellulose, Nitrocellulose, Lignin, Holzschleifstoff, die Darstellung der chemisch reinen Cellulose und deren Verwendung in der Papier-Fabrikation und zu Sprengmitteln, sowie die Holzconservirungs-Methoden, Holzbeizen und Farben ausführlich besprochen. Am wichtigsten ist wohl der dritte Abschnitt des Werkes: Die trockene Destillation des Holzes, der auch vorzüglich durch sehr zahlreiche, gute Illustrationen und durch praktische Beschreibungen der Verarbeitung des Holzes bei Meiler- und Retorten-Verkohlung und der erhaltenen Destillationsproducte, wie Holzessig und Holztheer, in seine Specialproducte, erläutert ist. In diesen Producten ist der Verfasser durch seine zahlreichen, praktischen Arbeiten Specialist, und gebührt wohl ihm das Verdienst, eine zweckmäßige Verarbeitung nicht nur des Holztheers, sondern auch der leichten und schweren Holztheeröle und der reinen Kohlenwasserstoffe, die für Erzeugung von Farben, ähnlich den Anilinfarben, eine große Wichtigkeit erlangt haben, in diesem Werke zuerst zu veröffentlichen. Im Allgemeinen muß das Buch durch seine zweckmäßige Anlage und Ausführung in allen Theilen bestens empfohlen werden.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die technische

Verwerthung des Steinkohlentheers

nebst einem Anhange:

Ueber die Darstellung des natürlichen Asphalttheers und Asphaltmastix aus den Asphaltsteinen und bituminösen Schiefern und Verwerthung der Nebenproducte.

Von

Dr. Georg Thenius,

technischer Chemiker.

Mit 20 Abbildungen. 12 Bogen. 8. Geh. Preis 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

Für die Industrie und Technik ist das vorliegende Werk ein wahres Bedürfniß, indem bis jetzt über die rationelle Verarbeitung des Steinkohlentheers etwas Zusammenhängendes und wirklich Praktisches nicht erschienen ist.

Der Verfasser, welcher in seiner früheren Stellung als Director verschiedener solcher Fabriken, die er auch selbst einrichtete, sehr werthvolle praktische Erfahrungen gewonnen und seit 20 Jahren in dem Fache der trockenen Destillation wissenschaftlich und praktisch gearbeitet hat, übergiebt dieselben der Oeffentlichkeit und kann darnach jeder Fabrikant und Industrielle ganz genau arbeiten; auch ist Alles durch Illustrationen und Darstellungen der nöthigen Apparate vorzüglich erläutert. Die verhältnißmäßig große Anzahl von Körpern, die aus der einzelnen Destillation des Steinkohlentheers gewonnen werden, welche eine große wichtige Rolle, wie z. B. die Anilinfarben, in der Industrie spielen, verursachen bezüglich einer möglichst kurzen Beschreibung und praktischen Darstellung große Schwierigkeiten; jedoch hat der Verfasser auch diesen Theil des Werkes in vorzüglicher Weise gelöst und macht auch noch auf die nicht nur möglichen, sondern auch oft gefundenen Verfälschungen dieser Farbstoffe aufmerksam. Die Verwerthung der Abfallsproducte bei der Verarbeitung der Steinkohlentheer-Producte, wie: Asphalt zu Asphaltmastix und Lacken, der schweren Steinkohlentheeröle zur Wagenfett- und Ruß-Fabrikation, des Ammoniakwassers zur Darstellung von schwefelsaurem Ammoniak und Salmiak, sowie Salmiakgeist, und endlich die Erzeugung von werthvollem Dünger, der den natürlichen Guano ersetzt, sind ausführlich besprochen und die technischen Apparate und Oefen eigener Construction durch Zeichnung gehörig erläutert.

Im Ganzen genommen kann man wohl sagen, daß das vorliegende Werk einen werthvollen Schatz für die Industrie und Fabrikation bildet, da in demselben Theorie und Praxis vollkommen vereinigt sind und das demnach Jedermann bestens empfohlen werden kann.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Hydraulischer Kalk
und
Portland-Cement

nach Rohmaterialien, physikalischen und chemischen Eigenschaften

Untersuchung, Fabrikation und Werthstellung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie

bearbeitet von

Dr. H. Zwick.

Mit 28 Abbild. 22 Bogen. 8. Eleg. geh. Preis 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

Bei der großen Wichtigkeit, welche der hydraulische Kalk und Portland-Cement in der jetzigen Zeit für das ganze Baugewerbe und die chemische Industrie an sich tragen, ist es wohl vorauszusehen, daß ein Werk wie das obengenannte auch ohne besondere Anpreisung seine zahlreichen Käufer findet. Besonders wird dasselbe als durch und durch gediegenes Fachwerk für alle Baumeister und Ingenieure, für alle Kalk- und Cement-Lieferanten eine willkommene Erscheinung sein und sich auch in jeder Gewerbeschulbibliothek den verdienten Platz sichern.

Die Gasbeleuchtung im Haus
und die
Selbsthilfe der Gas-Consumenten.
Praktische Anleitung

zur Herstellung zweckmäßiger Gasbeleuchtungen mit Angabe der Mittel, eine möglichst große Gas-Ersparniß zu erzielen.

Von

A. Müller,

Gastechniker.

Mit 84 Abbild. 11 Bogen. 8. Eleg. geh. Preis 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

Wie eine Privat-Gasleitung angelegt werden soll, wie die Apparate und Brenner zur vortheilhaften Verbrennung des Gases beschaffen sind und wie dieselben in den verschiedenen Fällen ausgewählt oder bestimmt werden müssen, damit auch das erreicht werde, was erreicht werden kann, ist der Inhalt dieses Werkes, sein Zweck aber ist die Belehrung auf dem Gebiete der Gasbeleuchtung im engeren Sinne, also namentlich für Gas-Consumenten und für Solche, die mit dem Gasbeleuchtungswesen in Berührung stehen.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

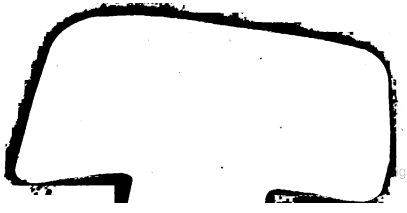
THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

form 410

Digitized by Google

DEC 2 1915



Digitized by Google

Digitized by Google